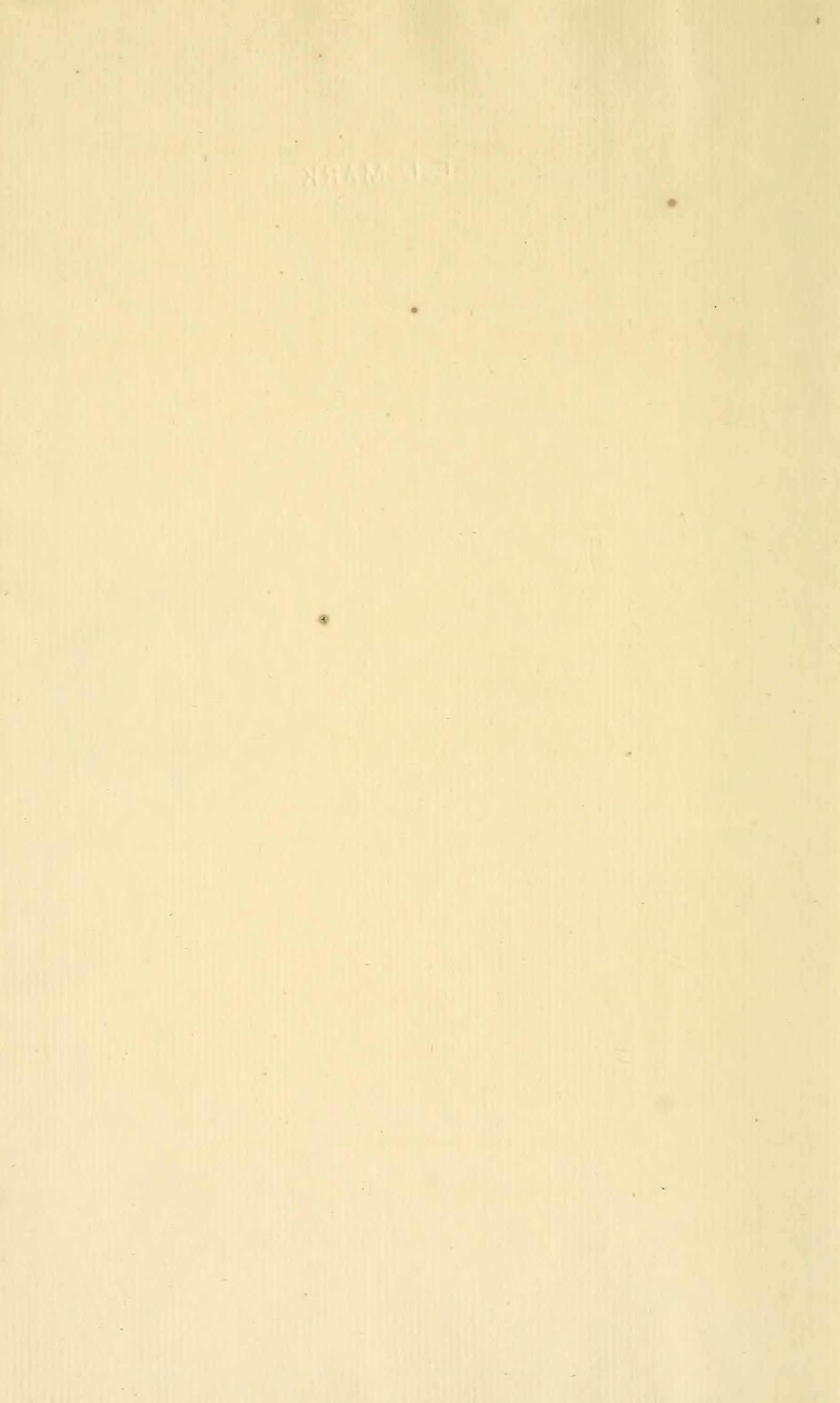




Die

Erscheinungen und Gesetze

des

organischen Lebens.

Neu dargestellt

von

Gottfried Reinhold Treviranus.

ZWEITER BAND.

Erste Abtheilung.

BREMEN. 1832.

Druck und Verlag von Johann Georg Heyse.

Inhaltsverzeichnifs.

ACHTES BUCH.

NEUNTES BUCH.

ZEHNTES BUCH.



ACHTES BUCH.

Allgemeine Verhältnisse

des

Nervensystems zum physischen Leben.

Die Pflanze lebt, ohne sich einer äussern Welt bewufst zu seyn. Nur mit dem Leben in der Sinnenwelt ist objectives Bewufstseyn und sind willkührliche Bewegungen verbunden. Dieses Sinnenleben führt das Thier. Es führt aber dasselbe nicht ununterbrochen und hat, während es sich darin befindet, von dem Spiel der innern Organe gar kein, oder nur ein dunkeles Bewufstseyn. Wenn man unter dem Bewufstseyn blos das objective versteht, so giebt es also überhaupt ein bewufstes und unbewufstes Leben. Man hat jenes auch das animalische, dieses das vegetative genannt. Aber Vegetation begreift blos Ernährung, Wachsthum und Fortpflanzung unter sich. Das unbewufste Leben ist von weiterem Gebiet.

Alle organische Wesen, von denen sich mit Gewifsheit sagen läfst, dafs sie ein bewufstes Leben führen,

besitzen Nerven: Stränge, die von Einem oder mehrern, im letztern Falle mit einander verbundenen Centralorganen, bei den höhern Thieren vom Gehirn und Rückenmark ausgehen, oder doch damit zusammenhängen, sich bei ihrem Fortgange verzweigen und mit ihren äussern Enden in der Substanz der übrigen Theile verliehren. Sie bestehen aus häutigen Scheiden, angefüllt mit einer Materie, dem Nervenmark, die unter dem Vergröfserungsglase in manchen Nerven nichts weiter zeigt, was ihr wesentlich ist, als längslaufende, parallele Streifen, in deren Zwischenräumen sich unregelmäfsige Queerstreifen befinden. So sieht man sie meist in den Nerven der kaltblütigen Thiere. In diesem Zustande erscheint sie ganz wie dünne, der Länge nach ausgedehnte Scheiben des halbgeronnenen Hühnereiweifs. Oft ist sie in den Zwischenräumen der längslaufenden Striche, den Markfasern, zu Kügelchen gestaltet, und zuweilen besteht sie aus Reihen solcher Kügelchen. Diese Form findet man öfterer in den Nerven der Säugthiere und Vögel, als in denen der übrigen Thiere. Bei den Wirbelthieren vereinigen sich jene Markfasern in manchen Nerven schon während des Verlaufs der letztern zu primitiven Bündeln, von denen jeder eine eigene, sehr dünne häutige Scheide bekömmt. Bei den wirbellosen Thieren tritt diese Vereinigung erst dann ein, wenn ein Nerve sich in einem Organ verbreitet, z. B. bei den Insecten beim Durchgang der Sehenerven der zusammengesetzten Augen durch die Oeffnungen der häutigen Platte, die das Innere dieser Augen von der

Kopfhöhle scheidet. Die Bündel sind dann bei diesen Thieren nicht weiter in einer gemeinschaftlichen Scheide eingeschlossen.*)

Ein Theil, durch welchen äussere Eindrücke empfunden werden, höret auf, dazu tüchtig zu seyn, sobald die Nerven desselben durchschnitten oder unterbunden sind, und ein Bewegungsorgan wird gelähmt, nachdem man diese Operation mit den Nerven der Muskeln desselben vorgenommen hat. Aber das innere Stück der erstern Nerven erregt noch Schmerz, wenn die Durchschnittfläche desselben gereizt wird, und die Muskeln zucken noch eine Zeitlang, wenn mechanische und chemische Schärfen, oder electrische Ströhmungen auf das mit ihnen verbundene Nervenstück wirken. Von dieser Seite zeigen sich also die Nerven als Leiter äusserer Eindrücke zum Gehirn, und innerer vom Gehirn zu den äussern Theilen. Erwägt man indefs, dafs von jedem Nervenstrang sehr viele verschiedene Theile Zweige empfangen, dafs jeder einzelne Sinnesnerve eine unendliche Zahl der verschiedensten Empfindungen verschafft, und dafs doch nicht etwa zu jedem Muskel und jedem Punct der reizbaren Fläche eines Sinnesorgans eine einzelne, einfache Markfaser sich vom Gehirne aus erstrecken kann,

*) Diese primitiven Bündel sind weit dicker als die Markfasern, da sie immer aus mehrern solchen Fasern bestehen. Was ich in meiner Abhandlung Ueber die organischen Elemente des thierischen Körpers im 1. Bande der Vermischten Schriften, S. 130, Fig. 75, als die letzten Nervenröhren aus den Hüftnerven des Frosches beschrieben und abgebildet habe, waren, wie ich bei spätern Untersuchungen erkannte, primitive Bündel.

so darf man sie nicht für Leiter in dem Sinne ansehen, worin man von Leitern der Wärme und der Electricität spricht. Wäre selbst ein ununterbrochener Fortgang einzelner Markfasern vom Gehirn zu den äussern Theilen dargethan, so liessen sich doch andere Thatsachen mit der Annahme einer solchen Leitung nicht reimen. Die beiden Enden eines durchschnittenen Nerven vereinigen sich wieder bei einer angemessenen Behandlung, und dieser erhält nach einiger Zeit wieder das Vermögen, Muskelbewegungen und Empfindungen zu erregen. Es ist nicht möglich, dafs hier die Durchschnittsfläche jeder Markfaser sich gerade der, womit sie vorher zusammenhing, wieder anfüge.

Es verzweigen sich aber die Nerven nicht blos in den Organen des bewufsten Lebens. Es bedürfen auch andere Theile zur Fortdauer ihrer Thätigkeit eines beständigen, vom Gehirn und Rückenmark ausgehenden Nerveneinflusses. Der Muskel, der gelähmt wird, wenn der Nerve desselben durchschnitten ist, gehorcht auch den Befehlen des Willens nicht mehr, wenn die Arterien desselben unterbunden sind, und diese Gefäfse sind ebenfalls allenthalben von Nervennetzen umstrickt. Wird der Stamm der Nerven einer Arterie durchschnitten, so hört das Blut darin für einige Zeit auf zu fliessen. Das Ströhmen desselben wird durch die Kraft des Herzens wieder hergestellt. Dieses hört aber ebenfalls auf zu schlagen und die ganze Blutmasse geräth in Stockung, wenn das Rückenmark zerstöhrt wird. Der Blutumlauf kehrt zwar auf einige

Zeit beim Einblasen von Luft in die Lungen zurück, und durch den aufgehobenen Einflufs des Rückenmarks wird also zunächst mehr die Thätigkeit der Werkzeuge des Athemhohlens als die der Blutgefäfse aufgehoben. Bei den Fischen, wo jene Organe ihre Nerven nicht vom Rückenmark, sondern vom verlängerten Mark erhalten, hört deswegen sowohl die Respiration als der Blutumlauf nach der Zerstöhrung des Rückenmarks nicht gleich auf. *) Aber beide Verrichtungen haben doch immer nur eine kurze Zeit nach dieser Operation noch ihr Bestehen. Es mufs also die eine durch die andere bedingt seyn, und beide müssen unter dem Einflufs des Rückenmarks stehen, nur das Athemhohlen in höherm Grade als der Blutumlauf. Nach Durchschneidung des Rückenmarks in einem der Lendenwirbel dauert der Blutumlauf bei allen Thieren eine längere Zeit fort. Aber nicht nur die willkührlichen, sondern auch die unwillkührlichen Organe, die aus dem untern Theile des Rückenmarks Nerven empfangen, verliehren nach dieser Operation ihre Kraft, und bei den höhern Thieren stockt darnach endlich auch der Blutumlauf.

Es zeigt sich auch eine Herrschaft der Nerven über e i n z e l n e Theile des Systems der Blutgefäfse bei der Schaamröthe, beim Anschwellen der Geschlechtstheile, der Brustwarzen, des Kammes der Hähne und bei andern Turgescenzen. Sie kann durch eine unmittelbare Einwirkung der Nerven auf das Blut geschehen. Nach der Durchschneidung des herum-

*) Flourens, Annales des sciences natur. T. XVIII. p. 271.

schweifenden Nervenpaars wird der Schlag des Herzens häufiger, hingegen das Athemhohlen seltener, und es gerinnet das Blut in den Adern.*) Hier rührt vielleicht das Gerinnen von dem aufgehobenen unmittelbaren Einflufs der Nerven auf das Blut her. Indefs ganz beweisend ist diese Erfahrung nicht, da sich der Erfolg auch aus der geschwächten Kraft des Herzens, womit beschleunigter Schlag bestehen kann, erklären läfst. Ausgemacht ist es aber, dafs die Bewegungen des Athemhohlens durch gewisse einzelne Nerven, und zwar durch die herumschweifenden und die Zwerchfellsnerven, unmittelbar regiert werden. Nach der aufgehobenen Einwirkung der herumschweifenden Nerven fällt bei jungen Meerschweinchen und Kaninchen die Glottis zusammen,**) und nach Durchschneidung der Zwerchfellsnerven hört der Zwerchmuskel auf sich zu bewegen.

Von dem regelmäfsigen Flufs des Blutes hängt die Ernährung, die Reproduction, jede Absonderung und die Entbindung der thierischen Wärme ab. Es hält schwer, durch Versuche zu entscheiden, ob die Nerven unmittelbar, oder nur insofern, als der Lauf des Bluts von ihnen beherrscht wird, auf diese Functionen Einflufs haben. Die meisten Erfahrungen hierüber sind zweideutig. Dafs ein Glied schwindet, dessen

---

*) Mayer in der Zeitschr. f. Physiologie. B. 2. S. 62.

**) Le Gallois Expériences sur le principe de la vie. p. 225. Bei erwachsenen Hunden tritt aber nach Chossat diese Wirkung nicht ein, obgleich auch bei ihnen die Durchschneidung der Stimmnerven das Athemhohlen aufhebt. Meckel's Archiv f. d. Physiol. B. 7. S. 297.

Nerven durchschnitten sind, läfst sich so gut aus der einen als aus der andern Ursache ableiten. Todd*) sahe keine Reproduction abgeschnittener Füfse der Salamander erfolgen, wenn der ischiadische Nerve oberhalb dem amputirten Theil durchschnitten war. Aber der abgeschnittene Schwanz wurde doch bei durchschnittenem Rückenmark regenerirt, und in jenem Versuch kann die Wiedererzeugung auch durch den aufgehobenen Nerveneinflufs auf die Gefäfse des Schenkels verhindert worden seyn. In Brodie's Versuchen erkaltete von zwei enthaupteten, oder durch Vergiftung scheintod gemachten Kaninchen das schneller, bei dem man durch Einblasen von Luft in die Lungen das Athemholen und den Blutumlauf unterhielt, als das andere, obgleich bei dem erstern die Absorbtion des Sauerstoffgas der Atmosphäre und die Aushauchung von kohlensaurem Gas beim Durchgang des Bluts durch die Lungen eben so wie sonst erfolgte.**) Das Aufhören der Entbindung von Wärme konnte hier also bei der Fortdauer der chemischen Processe des Athmens nur von dem aufgehobenen Einflufs des Gehirns herrühren. Diesen Erfahrungen sind aber andere von Gamage,***) Hale****) und Williams†) entgegen,

---

*) The quarterly Journal of science. Vol. XVI. p. 91.

**) Biologie. B. 5. S. 70.

***) The New England Journ. of Medec. and Surgery. Vol. IV Nro. 1.

****) Ebendaselbst und in Meckel's Archiv f. d. Physiol. B. 3. S. 429.

†) Transact. of the medico-chirurg. Society of Edinburgh. Vol. II. p. 103.

worin die künstliche Unterhaltung des Athemhohlens bei aufgehobener Einwirkung des Gehirns die Verminderung der Temperatur zurückhielt, und noch andere von Le Gallois,*) nach welchen die Ab- und Zunahme der thierischen Wärme immer blos mit der Menge des absorbirten Sauerstoffgas in Verhältnifs steht. In den letztern ist zwar viel Schwankendes. Allein wieder andere, von Chossat**) zu Gunsten der Brodieschen Erfahrungen bekannt gemachte Versuche sind ebenfalls nicht entscheidend. Sie beweisen höchstens nur, dafs ein Thier desto mehr in dem nehmlichen Verhältnifs erkaltet, wie ein auf andere Art getödtetes, je näher nach dem verlängerten Mark zu das Gehirn oder Rückenmark durchschnitten wird; dafs hingegen desto mehr eigene Wärme noch erzeugt wird, je entfernter von jenem Theil die Durchschneidung geschieht. Aber auch dies ist nicht streng dadurch bewiesen, da bei der Schätzung des Unterschieds im Erkalten Voraussetzungen zum Grunde gelegt sind, wogegen sich Einwendungen machen lassen, und da der Unterschied in manchen Fällen so gering war, dafs er von zufälligen Ursachen herrühren konnte.

Bei allem dem ist es nicht zu bezweifeln, dafs die Nerven unmittelbar auf die Ernährung und, insofern alle Lebenserscheinungen mit der Ernährung in der engsten Verbindung stehen, auch auf alle übrige

*) Annales de Chimie et de Physique. T. IV. Meckel's Archiv f. d. Physiol. B. 3. S. 436.

**) Annales de Physique. T. XCI. p. 5. Meckel's Archiv f. d. Physiol. B. 7. S. 281.

Functionen einwirken. Von Gemüthsbewegungen wird die Qualität der abgesonderten Säfte verändert. Dies kann nicht durch ihren Einfluſs auf die Bewegung des Bluts in den Secretionsorganen geschehen: denn dadurch würden blos Abänderungen in der Quantität des Secernirten bewirkt werden. Dieser Einfluſs ist zwar nur ein zufälliger. Es läſst sich nicht folgern, daſs, weil ein solcher stattfindet, auch ein fortwährender vorhanden sey. Aber warum hört das Herz auf zu schlagen, warum erfolgt der Tod des Ganzen, wenn die Einwirkung des Gehirns und Rückenmarks auf den übrigen Körper aufgehoben ist? Es ist die Antwort möglich: vom Gehirn und Rückenmark geschehen fortwährend durch die Nerven Eindrücke auf das Herz und alle andere Organe, die aber nur erregend seyen; das Vermögen, von diesen Eindrücken erregt zu werden und gegen sie zu reagiren, werde ohne Zuthun des Nervensystems den Organen mitgetheilt. Aber woher die Mittheilung? Vom Blute? Allein das Blut selber muſs durch einen Einfluſs seine bestimmte Mischung erhalten. Daſs diese Einwirkung unmittelbar von der Seele geschehe, läſst sich im Allgemeinen nicht annehmen, weil da, wo Nerven vorhanden sind, gewiſs durch diese der geistige Einfluſs auf den übrigen Körper vermittelt wird.

Das Nervensystem hat also eine dreifache Wirkung auf den übrigen Körper. Es beherrscht erstens den Lauf und zweitens die Mischung des Bluts, zwei Coeficienten aller Producte des Lebens, und es ist drittens für viele Lebenserscheinungen relativ äussere

Ursache, Erregungsmittel. Bei der Muskelbewegung sind alle diese drei Wirkungen vorhanden. Die Muskelkraft wird durch eine gewisse Bewegung und Mischung des Bluts unterhalten, und die Unterhaltung wird von den Nerven regiert. Deswegen verliehrt der Muskel seine Kraft, sowohl wenn dem Blute der Zugang zu ihm abgeschnitten ist, als wenn dasselbe in ihm stockt. *) Spritzt man warmes Wasser in die Arterien eines lebenden Muskels, so erfolgen erst Zuckungen. Dann verliehrt er alle Reizbarkeit und seine Fasern kräuseln sich. Die Zuckungen dauern fort, solange sich noch Blut in den Gefäfsen des Muskels befindet. Er wird leblos, sobald dieses ganz ausgespühlt ist.**) Was die Muskelkraft zur Wirksamkeit bringt, ist entweder ein unmittelbarer Nerveneinflufs, oder, wie bei jenem Versuch, eine sonstige physische Ursache. Die willkührlichen Bewegungen werden durch einen geistigen Antrieb vermittelst der Nerven erregt. Ob alle physische Reizmittel ebenfalls nur durch die Nerven Muskelbewegungen hervorbringen, ist eine viel besprochene Frage. ***) Dafs organische Bewegungen im

*) Biologie. B. 5. S. 281. Ségalas in Magendie's Journal de Physiol. T. IV. p. 287.

**) Mayo (Anatom. and physiol. Commentaries. Nro. 1. p. 13) schliefst mit Unrecht aus dieser Erfahrung: das Blut diene zwar insofern zur Unterhaltung der Muskelkraft, als es die Ernährung des Muskels unterhält; die Reizbarkeit desselben aber habe eine andere Quelle. Wenn der Muskel auf die ihm angemessene Weise durch das Blut ernährt wird, so ist er auch reizbar. Zu seiner Ernährung bedarf es freilich eines bestimmten Einflusses der Nerven auf das ihm zufliessende Blut. Aber der nächste Grund seiner Reizbarkeit liegt doch in dieser Flüssigkeit.

***) Biologie. B. 5. S. 285.

Allgemeinen unmittelbar durch solche Reizmittel bewirkt werden können, beweiset das Beispiel der irritabeln Pflanzen. Es läfst sich nach dieser Analogie nicht behaupten, jeder mechanische oder chemische Reiz mache mittelbar, durch die Nerven, den Muskel zucken. Mit den schwachen und vorübergehenden Zusammenziehungen, die von solchen Reizen veranlafst werden, sind aber die kräftigen, theils längere Zeit dauernden, theils in regelmäfsiger Folge vor sich gehenden Muskelbewegungen, wodurch das Leben des Ganzen sein Bestehen hat, nicht zu vergleichen. Die Gesichtsmuskeln des Kopfs eines enthaupteten Säugthiers, auf welche doch keine äussere Reize unmittelbar wirken, machen noch eine Zeitlang, vermöge eines fortwährenden Nerveneinflusses, die Bewegungen des Athemhohlens, und viele der wirbellosen Thiere sieht man ihre Kiemen hin und her schwingen, ohne Vorhandenseyn einer äussern Ursache, die in denselben Zwischenzeiten wiederkehrt, worin die Schwingungen der Kiemen erfolgen. Es gehen überhaupt im Thierreiche vom Nervensystem Impulse zu den Bewegungen des Blutumlaufs und des Athemhohlens aus, die nicht in unmittelbarer Causalverbindung mit äussern Eindrücken stehen, die an einen gewissen Rhythmus in ihrer Folge gebunden sind, und deren Wirkungen sich durch den ganzen Körper fortpflanzen.

Bei denen Bewegungen, die mit den Zusammenziehungen im Gegensatze stehen, bei den Anschwellungen der thierischen Theile, kann es scheinen, als

ob dabei nur die erste der obigen drei Wirkungen des Nervensystems stattfinde, indem man sie blos von einem vermehrten Zuflufs des Bluts ableitet, der einen, vom Vorstellungsvermögen ausgehenden Nerveneinflufs zur veranlassenden Ursache habe. Es müssen in der That aber auch dabei die Nerven unmittelbar auf das Blut einwirken und dasselbe in einen Zustand vermehrter Ausdehnung versetzen. Ohne Voraussetzung dieser Wirkung läfst sich nicht der Turgor erklären, den alles Lebende in jedem Theil vor dem Todten voraus hat. Die Masse des Bluts ist im Leichnam noch die nehmliche wie im lebenden Körper. Der aufhörende Umtrieb desselben könnte wohl verursachen, dafs die Theile, woraus es sich zurückzöge, ihren Turgor verlöhren. Aber die, worin es sich anhäufte, müfsten dann um so mehr anschwellen. Eine Erhöhung dieser Turgescenz mufs in jeder Muskelfaser bei angestrengter Bewegung dem Einflufs des Willens vorhergehen. Die Vorstellung des Zwecks der Bewegung veranlafst dieselbe, und der Wille bringt dann in der Faser den entgegengesetzten Zustand, den der Verkürzung, hervor. Soviel lehrt die microscopische Beobachtung jeder zusammengezogenen Muskelfaser, dafs sie sich der Länge nach zusammenzieht, indem sie sich in Queerfalten zusammenlegt. Ob sie sich in den Zwischenräumen dieser Falten um eben soviel ausdehnt, als sie in der Länge verliehrt, so dafs ihr Volumen ungeändert bleibt, darüber sind bie bisherigen Versuche nicht ganz entscheidend. Die meisten der genauern Erfahrungen sprechen aber für eine Ver-

kleinerung des Muskels bei der Zusammenziehung nach allen Dimensionen.*)

Eine Wirkung der Nerven auf die Bewegung und Mischung des Bluts ist bei allen Absonderungen und aller Ernährung der festen Theile anzunehmen. Von dem Einfluſs auf den Lauf des Bluts hängt die Quantität, von dem zweiten, unter welchem die Mischung desselben steht, die Qualität der Producte dieser Vorgänge ab. Die letztern sind aber nicht immer der Herrschaft der Nerven weiter unterworfen. Zu denselben gehören: die thierische Wärme, das phosphorische Licht der lebenden Thiere, und vielleicht auch die thierische Electricität. Eine unmittelbare Einwirkung der Nerven auf die thierische Wärme ist durch keine der bisherigen Erfahrungen über diesen Gegenstand erwiesen. Sie gestatten keine weitere Folgerung als die, daſs die Temperatur der Thiere nur insofern von dem Einfluſs des Nervensystems abhängt, als der Blutumlauf, die Mischung des Bluts und das Athemhohlen darunter stehen. Die Phosphorescenz der lebenden Thiere geht immer von einer abgesonderten Materie aus, und dauert in dieser nach der Trennung vom Körper noch einige Zeit fort. Die Nerven können nicht weiter auf das Leuchten als dadurch wirken,

*) Die neuesten Versuche hierüber stellte Mayo (A. a. O. p. 12) an. Er legte den pulsirenden Ventrikel eines Hundeherzens in eine mit Wasser gefüllte Glasröhre, und bemerkte bei der Zusammenziehung und Erweiterung desselben keine Veränderung im Stande des Wassers. Erman's Versuche, die ein entgegengesetztes Resultat gaben, scheinen aber mehr Zutrauen zu verdienen. M. vergl. Biol. B. 5. S. 238.

dafs sie entweder vermehrte Absonderung dieser Materie verursachen, oder durch verstärktes Athemhohlen und willkührliche Bewegungen das Licht anfachen, oder auch durch Entblöfsung der leuchtenden Substanz den Glanz mehr hervorstrahlend machen.

Es frägt sich noch: Ob das Nervensystem, ausser dem Einflufs, den es mittelbar durch die Gefäfse auf die Bewegung des Bluts hat, auch einen unmittelbaren darauf äussert. Ich habe früher auf einen solchen aus Versuchen, die ich über den Blutumlauf an Fröschen gemacht hatte, geschlossen, doch ausdrücklich dabei bemerkt, dafs er nicht hinreichend seyn könne, den Blutumlauf zu unterhalten, und mich über die Beschaffenheit desselben nicht erklärt.*) Baumgärtner hat in seinen „Beobachtungen über die Nerven und das Blut" denselben weiter darzuthun gesucht, und scheint eine unmittelbare bewegende Wirkung der Nerven auf das Blut anzunehmen.**) Zur Voraussetzung eines solchen Einflusses berechtigt aber bisjetzt keine Thatsache. Es lassen sich nur zwei Gründe von einiger Wichtigkeit dafür anführen. Der eine ist: Wenn die erste Blutbewegung im Ei zu erkennen ist,

*) Biologie. B. 4. S. 260. Ueber den Einflufs des Nervensystems auf die Bewegung des Bluts, in den Verm. Schriften. B. 1. S. 99.

**) Er sagt in seiner obigen Schrift, S. 90: Meine Meinung über die Ursachen der Blutbewegung scheine weniger durch richtige Versuche unterstützt, als aus einer gründlichen Würdigung der verschiedenen Lebensverrichtungen geflossen zu seyn. Er würde vielleicht anders geurtheilt haben, wenn er meine Meinung nicht blos aus der Biologie gekannt, sondern auch meine angeführte Abhandlung verglichen hätte.

so seyen im Rückenmark und zum Theil auch im Gehirn schon so bedeutende materielle Veränderungen vorgegangen, dafs man die letztern für früher halten müsse als den Blutlauf. Diese Annahme kann richtig seyn, und doch folgt nicht daraus, das Gehirn und Rückenmark äussere eine bewegende Wirkung auf das Blut. Das frühere Daseyn jener Organe bezieht sich vielleicht nur darauf, dem Blute die Fähigkeit zu ertheilen, in Umlauf versetzt zu werden. Diese Fähigkeit beruhet auf einer besondern Mischung des Bluts, und zwar einer solchen, vermöge welcher dasselbe, geschwängert mit Kohlenstoff und Stickstoff, vom Sauerstoff der atmosphärischen Luft angezogen, hingegen des Kohlenstoffs und Stickstoffs entladen und mit Sauerstoff geschwängert, von der atmosphärischen Luft abgestofsen wird. Jene Mischung wird bei den Thieren durch einen Nerveneinflufs hervorgebracht. Doch zeigt das Beispiel der Charen, dafs auch ohne einen solchen ein Kreislauf in Säften lebender Körper möglich ist, und die Ströhmungen, die im frischen männlichen Saamen aller Thiere zur Brunstzeit stattfinden, beweisen, dafs auch in thierischen Säften innere Bewegungen vorgehen, die von einer anziehenden oder abstossenden Kraft der Nerven unabhängig sind. Dergleichen, aber nur kurze Zeit anhaltende Ströhmungen sahe ich auch im frisch gelassenen Blute des Menschen und der Wirbelthiere, und Jeder wird sie darin sehen, der dieses mit guten Vergröfserungsgläsern untersucht.*) Da sie aber erst nach dem auf-

*) Biologie. B. 4. S. 654. Verm. Schriften. B. 1. S. 123.

gehobenen Einflufs der Nerven auf das Blut eintreten, so können sie mit dem Blutumlauf unmittelbar nichts gemein haben. Ein zweiter Grund für die Voraussetzung einer unmittelbaren bewegenden Wirkung der Nerven auf das Blut läfst sich von den Ströhmungen dieser Flüssigkeit hernehmen, die man in den Gefäfsen noch bemerkt, nachdem dieselben durch Unterbindungen isolirt sind und das Herz ausgeschnitten ist. Es sind aber microscopische Beobachtungen über die Bewegung des Bluts blos in den Haargefäfsen durchsichtiger Theile möglich. Was während der Beobachtung in den Stämmen und gröfsern Zweigen vorgeht, ist nicht wahrzunehmen. Wenn in den Wänden der letztern auch nur geringe Zusammenziehungen, Erweiterungen oder Schwingungen sich ereignen, so können diese schon hinreichend seyn, das in den Gefäfsen befindliche Blut in Bewegung zu setzen.

Die Nerven erscheinen also da, wo sie vorhanden sind, als Vermittler aller Erscheinungen des organischen Lebens. Indefs, der Anfang der Bildung jedes organischen Körpers geschieht nicht mit dem Nervensystem. Die Rudimente des letztern zeigen sich erst, wenn die Bildung des Körpers schon bis auf eine gewisse Stufe vorgerückt ist. Den Gewächsen fehlt dieses System ganz. Die Gegenwart desselben ist also nur Bedingung des Lebens in der Sinnenwelt, nicht des Pflanzenlebens. Da aber doch bei dem Thier auch die Organe des unbewufsten Lebens Nerven besitzen, so nimmt entweder das Leben dieser Organe an dem Sinnenleben Theil; oder es gehen Eindrücke, die bei

der Pflanze von dem geistigen Princip unmittelbar auf den Körper wirken, bei dem Thier vom Nervensystem zu der Zeit aus, wo dieses Princip in der Sinnenwelt thätig ist. Im letztern Falle würde das Nervensystem des unbewufsten Lebens von dem geistigen Princip während des Schlafs in einen Zustand versetzt, worin es fähig wäre, während des Wachens unangeregt von diesem Princip auf die Organe des unbewufsten Lebens so zu wirken, wie es sonst unmittelbar darauf wirken müfste. Um zu entscheiden, welche dieser Folgerungen zulässig ist, sind die Nerven des bewufsten und unbewufsten Lebens näher unter sich zu vergleichen.

Je mehr das Thier für das Sinnenleben ausgebildet ist, desto mehr ist ein eigenes Nervensystem für dieses und ein eigenes für das unbewufste Leben in demselben entwickelt. Auf den niedrigsten Stufen der thierischen Organisation hört entweder die Trennung zwischen beiden ganz auf, oder das Nervensystem des unbewufsten Lebens ist so wenig ausgebildet und es lassen sich so wenig oder nur so dünne Zweige desselben zu den meisten unwillkührlichen Organen verfolgen, dafs sich nicht anders schliessen läfst, als: es müssen die meisten dieser Organe unter dem unmittelbaren Einflufs des geistigen Princips, wie die Organe der Pflanzen, stehen. Das Nervensystem des unbewufsten Lebens ist jedoch nirgends ganz von dem des bewufsten geschieden. Es gilt also doch auch die Voraussetzung, dafs das erstere Leben an dem letztern in gewissem Grade Theil nimmt.

Das Nervensystem des unbewufsten thierischen Lebens macht vorzüglich der sympathische Nerve mit seinen Verzweigungen, das des bewufsten das Gehirn und Rückenmark mit deren unmittelbaren Fortsätzen aus.

Jener Nerve ist aber auch mit allen übrigen Nervenpaaren, nur die der höhern Sinnesorgane ausgenommen, verbunden, und selbst mit diesen hat er nach den neuern Untersuchungen Hirzel's,*) Tiedemann's**) und Arnold's†) mittelbar Gemeinschaft. Aus diesen Verbindungen entspringen die Nerven derer Organe, deren Wirkungen nicht ganz dem Einflufs der Willkühr entzogen sind, obgleich sie im gewöhnlichen Zustande ohne Bewufstseyn vor sich gehen. Solche sind besonders die Organe des Athemhohlens, das vordere und hintere Ende des Nahrungscanals und die muskulösen Theile der Werkzeuge der äussern Sinne, der Excretionen und der Zeugung. Die Nerven des siebenten und zehnten Paars und mehrere Rückenmarksnerven gehören bei den höhern Thieren vorzüglich diesen Organen an, während unter der Herrschaft des sympathischen Nerven mehr das System der Blutgefäfse und das Parenchyma der secernirenden Eingeweide steht.

Vermöge dieser Beziehung auf das System der Blutgefäfse verliehrt der sympathische Nerve desto mehr an Ausdehnung, je mehr dasselbe vereinfacht wird. Er ist schon von weit beschränkterer Verbreitung bei

*) Zeitschr. für Physiologie. B. 1. S. 197.

**) Ebendas. S. 237.

†) Ebendas. B. 2. S. 147. Derselbe über den Ohrknoten. S. 17.

den Amphibien und vielen Fischen als bei den Säugthieren und Vögeln.*) Manche Fische haben noch auf der Wirbelsäule einen ziemlich grofsen Intercostaltheil desselben. Aber es gehen von ihm wenig Zweige zu den Blutgefäfsen und den absondernden Eingeweiden. Bei den wirbellosen Thieren verschwindet jener Nerve in der Gestalt, worin er bei den Wirbelthieren vorhanden ist, ganz. Die Knoten des Bauchstrangs der Crustaceen und Insecten lassen sich von einer Vereinigung der Spinalganglien beider Seiten der Wirbelthiere ableiten. Die Fäden, wodurch diese Knoten unter sich zusammenhängen, können Ueberbleibsel des Rückenmarks, des sympathischen Nerven, oder des von Weber**) beschriebenen Nerven seyn, der bei einigen Fischen als ein Fortsatz des Trigeminus zu beiden Seiten der Wirbelsäule herabsteigt und mit den Spinalnerven verbunden ist. Von jenem Bauchstrang aber lassen sich kaum Fäden zu andern Organen als denen der willkührlichen Bewegung verfolgen. Lyonnet***) erwähnt in seiner Beschreibung des Bauchstrangs der Weidenraupe nur eines einzigen, vom vordern Theil dieses Strangs ausgehenden Fadens als dem Herzen selber angehörig. Blos die Seitenmuskeln des Herzens erhalten von demselben mehrere Fäden. Zum Mastdarm gehen Nerven vom letzten Bauch-

*) Den Schlangen und Eidechsen wurde sonst der sympathische Nerve ganz abgesprochen. Dugès fand den Intercostaltheil desselben bei diesen Thieren in der Wirbelsäule zu beiden Seiten des verlängerten Marks. Annales des sciences natur. T. XVI. p. 353.

**) Meckel's Archiv für Anat. u. Physiol. J. 1827. S. 303

***) Traité de la chenille du saule. p. 203. 232. 234.

knoten. Aber der Magen und dünne Darm steht, nach Lyonnet's Schilderung, mit dem Bauchstrang in keiner Verbindung. Straus*) giebt in seiner Zergliederung des Maikäfers keine vom Bauchstrang kommende Herznerven an, und läfst es zweifelhaft, ob der Nahrungscanal Zweige von demselben empfängt. Zu den Luftröhren schienen ihm gar keine Nerven zu gehen.**) Ich habe bei den Insecten, die ich untersuchte, keine Nervenverbindung des Bauchstrangs mit dem Herzen, dem Magen, dem dünnen Darm und den Luftröhren entdecken können. Alle Insecten, die auf dem Bauch kriechenden Mollusken und einige Anneliden besitzen aber ein Hirnnervenpaar, das vor dem Gehirn zu Knoten anschwillt, aus denen zwei, rückwärts zum Herzen und Magen laufende Zweige entstehen. Diese Nerven sind, wie ich schon früher bemerkt habe***) und wie J. Müller weiter gezeigt hat,****) ihrem Ursprunge nach dem sympathischen Nerven analog. In ihrer Verbreitung haben sie eben so viel Aehnlichkeit mit dem herumschweifenden als diesem Nerven. Sie fehlen den Scorpionen und Spinnen. Dafür läuft bei den Scorpionen ein grofser Hirnnerve unmittelbar zum Herzen. Bei den Schnecken geht jener Nerve nicht zum Herzen, sondern blos zum Schlunde und

*) Considérat. générales sur l'Anat. comp. des Animaux articulés p. 400.

**) Ebendas. p. 367. 368.

***) Verm. Schriften von G. R. u. L. C. Treviranus. B. 3. S. 86.

****) Verhandl. der Kaiserl. Acad. der Naturforscher. B. XIV. Abth. 1. S. 73.

Vordertheile des Magens. Zum Herzen konnte ich bei den Nacktschnecken keine Nerven verfolgen. Wohl aber fand ich bei ihnen Nerven, die sich grades Weges vom Gehirn zu den Zweigen der Aorta begaben. Bei dieser Verschiedenheit der Verbindung des Nervensystems mit den Organen des unbewufsten Lebens in der Abtheilung der wirbellosen Theile sind doch immer die Nerven aller, oder doch mehrerer dieser Organe so fein und so wenig zahlreich, dafs sie schwerlich allein die Triebfedern der Thätigkeit derselben seyn können.

Die wahrscheinlichste Voraussetzung zur Erklärung aller dieser Thatsachen ist die zweite der obigen. Es findet ein Wirken des geistigen Princips auf alle Organe des unbewufsten Lebens, während die Seele nicht in der Sinnenwelt lebt, also während dem Schlafe, statt. Im Zustande des Wachens vertritt ein automatisches Wirken der Nerven jener Organe die Stelle des unmittelbaren geistigen Einflusses. Je weniger das Wachen vom Schlaf unterschieden, je dunkler das Leben iu der Sinnenwelt ist, desto unmittelbarer ist dieser Einflufs und desto weniger bedarf es der Nervenwirkungen zur Unterhaltung der Thätigkeit jener Organe. Daher die geringe Entwickelung der Nerven der Ernährungswerkzeuge bei den niedern Thieren, und das gänzliche Verschwinden desselben bei den Pflanzen.*)

---

*) Im 5ten Bande der Biologie, S. 334. habe ich gesagt: Der sympathische Nerve sey der am weitesten verbreitete und der ursprüngliche aller Nerven. Dies kann mit dem Obigen in Widerspruch zu stehen scheinen. Aber das Nervensystem, das sich auf den ersten

Für jenes stellvertretende Wirken der Nerven zeugt die Fortdauer der Bewegungen des Herzens, der zum Athemhohlen dienenden Muskeln und der Gedärme nach der Trennung der Nerven dieser Organe vom Gehirn. Es lassen sich zwar äussere Reize angeben, welche den Schlag eines ausgeschnittenen Herzens durch ihren unmittelbaren Einfluſs auf dasselbe anfachen können. Allein bei enthaupteten Thieren kehrt nicht nur der Schlag dieses Eingeweides, sondern auch der Lauf des Bluts und die Zusammenziehung des Zwerchfells und der Intercostalmuskeln in derselben Harmonie, worin diese Bewegungen im natürlichen Zustande vor sich gehen, zurück, wenn das Aus- und Einathmen durch Einblasen und Ausziehen von Luft ersetzt wird. Hier können es nur unabhängig vom Einfluſs des Gehirns vor sich gehende Nervenwirkungen seyn, wodurch dieselben unterhalten werden. Bei den niedern Thieren dauern in einzelnen, vom Ganzen abgerissenen Organen, ohne äussere Anlässe, noch Bewegungen fort, die vom Instinct ihre Entstehung zu haben scheinen und sich als unmittelbare Wirkungen des, an diese Organe gebundenen geistigen Princips zu erkennen geben Die Saugröhre lebender Planarien fährt nach ihrer Trennung vom Körper nicht nur fort, sich nach wie vor bald zu einer Trompete auszudehnen, bald sich zu einer hohlen Kugel zu schliessen; sie schlürft auch den Schleim der Planarie, der sie an-

Stufen der thierischen Organisation zeigt, ist doch dem sympathischen zu vergleichen; nur ist dasselbe auf diesen Stufen mehr für die äussern, als für die innern Organe gebildet.

gehörte, oder selbst ganze Stücke derselben durch ihr vorderes Ende ein, und giebt das Verschluckte durch ihr hinteres Ende wieder von sich.*)

Obgleich aber die Seele im Zustande des bewufsten Lebens durch die Nerven Eindrücke von aussen empfängt und nach aussen zurückwirkt, so ist doch nicht, der alten Vorstellung nach, ihr Sitz auf irgend einen Mittelpunct des Nervensystems beschränkt. Sie empfindet durch die Nerven ohne Zuthun des Willens. Allein bestimmte Empfindungen erhält sie nur vermittelst eines willkührlichen Wirkens auf das äussere Ende des afficirten Nervens. Was hierbei sich ereignet, geht auch bei jeder willkührlichen Bewegung vor. Die Seele übersendet hierbei nicht ihre Befehle durch den Nerven zum Muskel, sondern wirkt, indem sie den letztern in Thätigkeit setzt, sowohl auf das äussere als das innere Ende des Nerven. Sie ist nicht der Spinne ähnlich, die von der Mitte ihres Gewebes aus diesen oder jenen Faden anspannt, um durch ihn ihre Beute an sich zu ziehen, oder einen äussern Eindruck schärfer wahrzunehmen, sondern dem Bogen, der die beiden Pole der Voltaischen Säule verbindet. Die Electricität dieser Säule ist es auch, die in den Muskeln Bewegungen erregt, welche den willkührlichen am nächsten kommen. Die Aehnlichkeit ist jedoch immer noch entfernt. Es läfst sich durch sie so wenig als durch irgend ein sonstiges äusseres Reizmittel der

---

*) Nach von Baer's Beobachtung (in den Verhandlungen der Kaiserl. Acad. der Naturforscher, B. XIII. Abth. 2. S. 716), die ich an der Planaria stagnalis bestätigt gefunden habe.

bestimmte Grad von Spannung und die anhaltende, unveränderte Zusammenziehung, die der Wille bewirkt, hervorbringen.

Das Gebiet des bewufsten und unbewufsten Lebens ist ursprünglich beim Menschen und den höhern Thieren für die meisten Organe in soweit ganz von einander geschieden, dafs zwar einige derselben vom Willen beherrscht werden, dafs aber ihr gewöhnliches Wirken ohne dessen Einwirkung geschieht. Das Athemhohlen geht zwar ohne Bewufstseyn vor sich, und doch hat der Wille Einflufs darauf. Aber dieser Einflufs ist nur auf Beschleunigung oder Verminderung der zur Respiration dienenden Bewegungen beschränkt. Das gewöhnliche Athemhohlen erfolgt ohne sein Zuthun. Ueber die Absonderung der Galle, des pancreatischen Safts u. s. w. ist ihm alle Herrschaft benommen. Es scheint individuelle Verschiedenheiten im Gebiet der automatischen Bewegungen zu geben, worauf er wirken kann. *) Doch war schwerlich sein Einflufs ein unmittel-

*) Biologie, B. 5. S. 350. Zu den hier citirten Beispielen von Menschen, die sich willkührlich in eine Art von Scheintod versetzen konnten, gehört noch ein Fall, den J. Reid, (Essays on hypochondriacal and other nervous affections. London. 1816) von einem Manne berichtet, der Athemhohlen, Herzschlag und Puls so ganz aussetzen konnte, dafs er völlig einem Todten glich. Diesen Versuch machte der Mann sehr gern; er verursachte ihm auch keine unangenehme Gefühle, kostete ihm aber endlich das Leben, indem er einige Stunden nach demselben starb, ohne dafs man eine andere Ursache entdecken konnte. — Regnier de Graaf (Opp. omn. p. 16) hat einen Fall von willkührlichem Bewegungsvermögen der Tunica dartos des Scrotum, „qua mediante" (homo quidam) „scrotum pro „lubitu attrahebat atque motum in illo, peristaltico intestinorum non „absimilem, quotiescunque id desideraremus excitabat." An einer

barer bei denen Menschen, wovon man erzählt, dafs sie willkührlich das Herz zu bewegen schienen. Auf die Organe des unbewufsten Lebens wirken Vorstellungen, Triebe, Affecten und Leidenschaften ein, und dadurch, dafs der Wille diese hervorzubringen vermag, kann er mittelbar in gewissem Grade auch Erregungen in jenen Organen verursachen.

Der Ausdehnung des Gebiets des unbewufsten Lebens gemäfs verhält sich die Verbreitung des sympathischen Nerven bei dem Menschen und den höhern Thieren. Er hat mit den meisten aller übrigen Nerven Verbindungen, weil die Wirkungen, denen er vorsteht, nach den Vorgängen im bewufsten Leben geregelt werden müssen. Es läfst sich aber kein Organ der willkührlichen Bewegung aufweisen, dafs durch ihn vom Willen in Thätigkeit gesetzt würde. Zwar gehen Zweige von ihm zum Zwerchfell, zu den Intercostalmuskeln, zum langen Halsmuskel und zum vordern gröfsern Paar der graden Kopfmuskeln. Aber alle diese Muskeln dienen zum Athemhohlen. Das Zwerchfell und die Intercostalmuskeln sind die Hauptwerkzeuge dabei. Die langen Halsmuskeln und die zuletzt genannten Muskeln sind ebenfalls dabei thätig, indem die erstern

---

andern Stelle (p. 18) sagt er: dafs es, nach Bartholin's Zeugnifs, Menschen giebt, welche die Hoden durch den Cremaster willkührlich zurückziehen und wieder herablassen können. — E. H. Weber erzählt in seinem Programm Additamenta ad E. H. Weberi tractatum de motu iridis (Lips. 1823): er habe an sich selber das Vermögen entdeckt, die Pupille des einen, auf Ein und denselben Gegenstand gerichteten Auges, während das andere geschlossen sey, durch blofse Willkühr so erweitern und verengern zu können, dafs ihm der Gegenstand bald deutlich, bald undeutlich erscheine.

den Kopf, der bei jedem Ausathmen durch die letztern etwas nach vorne gezogen wird, beim Einathmen wieder zurückziehn. Da nun alle diese Muskeln noch andere Nerven besitzen, so läſst sich nicht sagen, daſs die Herrschaft, die der Wille über das Athemhohlen hat, durch den sympathischen Nerven ausgeübt werde. Keine unbewuſste Thätigkeit geht daher in eine bewuſste über, solange nicht durch Krankheiten das regelmäſsige Wirken der Organe verändert ist; hingegen kann jede bewuſste Thätigkeit durch öftere Wiederhohlung eine unbewuſste werden.

Dieser Uebergang beruhet auf dem Gesetz der Fertigkeit und der Association. Dem Grade des Vermögens, sich Fertigkeiten zu erwerben, entspricht aber die Stufenleiter der thierischen Natur. Das Gesetz der Fertigkeit gilt nicht blos von Bewegungen, sondern auch von Empfindungen. Man erwirbt sich Fertigkeit im Empfinden gewisser Eindrücke, wie im Hervorbringen gewisser Handlungen. Das Associationsvermögen ist einigermaaſsen durch die Structur des Nervensystems beschränkt. Aber es hängt nicht von der Verbindung und Vertheilung der Nerven ab. Ueberhaupt ist alle Thätigkeit des Nervensystems nur in gewissem Grade, nicht unbedingt, an diese gebunden. Wir können manche consensuelle und sympathetische Erscheinungen auf eine wahrscheinliche Art aus Nervenverbindungen erklären.*) Es gehen dagegen aber auch beständig im thierischen Körper Bewegungen vor sich, die ursprünglich mit

*) Scarpa Anatom. annotat. L. I. C. 4. Tiedemann in der Zeitschr. für Physiologie, B. 1. S. 263 fg.

einander associirt sind und doch von Nerven bewirkt werden, zwischen welchen gar keine Verbindung statt findet. Der innere grade Augenmuskel des einen Auges wirkt immer gemeinschaftlich mit dem äussern graden des andern bei ganz verschiedenem Ursprung und gänzlich mangelnder Verbindung der Nerven beider Augen. *)

So läfst sich auch eine Beziehung der innern Structur der Nerven auf die Vorgänge des bewufsten und unbewufsten Lebens für den gewöhnlichen Zustand angeben. Die Nerven des unbewufsten Lebens sind weicher als die andern und von grauer oder röthlicher Farbe, während die übrigen durchgängig eine weisse Farbe haben. Sie theilen sich, nach meinen Beobachtungen, während ihres Verlaufs nicht, wie die Nerven des bewufsten Lebens, in primitive Bündel, und kommen hierin mit den sämmtlichen Nerven der wirbellosen Thiere überein. Sie entspringen dabei insgesammt aus Ganglien. Man hat zwar diesen letztern Unterschied nicht gelten lassen wollen, weil es auch Nerven gebe, die zu willkührlichen Bewegungsorganen oder zu empfindenden Theilen gehen, und doch ihren Ursprung aus Ganglien haben. Allein nicht alle Theile, die man für willkührliche ausgegeben hat, sind dies. Es ist gesagt worden, die Vögel könnten willkührlich die Pupille verengern und erweitern, obgleich die

*) Mehrere andere consensuelle Nervenwirkungen, die sich nicht aus einem Zusammenhange der Nerven erklären lassen, sind von Alison in den Transact of the medico-chirurg. Society of Edinburgh, Vol. II, p. 165, zusammengestellt.

Nerven ihrer Iris aus einem Knoten entspringen. Die reine Thatsache ist aber nur, dafs die Iris der Vögel sich unabhängig vom Einflufs des Lichts bewegt. Dafs die Bewegung vom Willen bewirkt werde, ist blofse und unwahrscheinliche Vermuthung. Dann gerathen auch bei jeder willkührlichen Bewegung eines einzelnen Muskels andere, ohne Zuthun des Willens, aber dem beabsichtigten Zwecke ganz gemäfs mit in Thätigkeit. Dies geschieht z. B. beim Verschlucken der Nahrungsmittel. Es ist überhaupt allem willkührlichen Thun sehr viel Unwillkührliches angepafst. Viele solcher unwillkührlichen Bewegungen, in Folge einer einzelnen willkührlichen, haben ihren Grund in Verbindungen der Nerven durch Ganglien.

Es findet aber auch ein Unterschied zwischen Ganglien und Ganglien statt. Nicht jeder Nerve, der an einem Ganglion verläuft, geht darum in dasselbe mit ein, und Nerven, die aus Ganglien zu willkührlichen Organen oder empfindenden Theilen verlaufen, dienen darum nicht zur willkührlichen Bewegung und zur Empfindung. Nach den Untersuchungen über den innern Bau der Ganglien, die von Lancisi, Haase, Pfeffinger, Prochaska, Scarpa, Reil, Carus, Wutzer und Lobstein angestellt wurden,*) und nach dem, was ich selber darüber beobachtet habe, läfst sich für ausgemacht annehmen, dafs in diesen Theilen die eintretenden Nerven in ihre Fasern aufgelöst und zu

*) Biologie, B. 5. S. 327. Prochaska de nervorum structura. p. 81. Wutzer de corp. human. gangliorum fabrica atque usu. Lobstein de nervi sympathetici humani fabrica etc. p. 63 sq.

neuen, austretenden Strängen wieder vereinigt werden, dafs aber nicht immer alle, mit dem Knoten verbundene Nerven an der Auflösung Theil nehmen, und dafs zwischen dem Netz, welches die sich theilenden und wieder vereinigenden Fasern bilden, noch eine Substanz von eigener Art liegt. Von den beiden Wurzeln der Spinalganglien dringen nur die hintern in diese ein, während die vordern durch einen Fortsatz ihrer gemeinschaftlichen äussern Scheide von ihnen ganz getrennt sind. Ein Theil der Fäden der vordern Wurzeln setzt sich sogar bis in die splanchnischen Nerven fort, ohne sich mit den Intercostalganglien zu vermischen. Bei Fröschen bringen Reizungen der Wurzeln der zu den hintern Extremitäten gehenden Rückenmarksnerven, sowohl mechanische als galvanische, keine Zuckungen hervor, wenn sie blos an den hintern Wurzeln angebracht sind, hingegen heftige, wenn sie die vordern Wurzeln treffen, und bei Kaninchen werden durch galvanische Reizungen des splanchnischen Nerven die peristaltischen Bewegungen des Darmcanals verstärkt. *) An dem halbmondförmigen Knoten des fünften Hirnnerven verläuft der kleinere Theil des letztern, ohne Fasern an jenen abzugeben, zu den Kaumuskeln, weshalb ihn Manche auch für einen eigenen Hirnnerven angenommen haben.

Aber auch nicht jede Anschwellung eines Nerven ist von gleicher Beschaffenheit mit den Ganglien des sympathischen Nerven. Es hat z. B. der Knoten am Beinerven des Menschen nicht die röthliche Farbe

*) Nach J. Müller's Versuchen in den Notizen aus dem Gebiet der Natur- und Heilkunde. 1831. Nro. 646 u. 647.

dieser Ganglien. Der Bulbus am vordern Ende des Riechnerven der Säugthiere ist zwar von dieser Farbe. Es sind aber keine andere Nerven damit verbunden. Ferner kann wohl nicht grade die Anschwellung etwas Wesentliches bei den Ganglien seyn, da einer der beiden Halsknoten des sympathischen Nerven zuweilen ganz fehlt und überhaupt in der Gröſse, Gestalt und Zahl der Ganglien dieses Nerven bedeutende Verschiedenheiten vorkommen. Soviel ist gewiſs: es giebt wohl Anschwellungen an Nerven, die zum Gefühl dienen, aber keine an Nerven, die der willkührlichen Bewegung vorstehen, und die der Gefühlsnerven sind sehr verschieden von denen des sympathischen Nerven. Die kleinere, dem halbmondförmigen Knoten vorbeigehende Portion des fünften Hirnnerven ist Bewegungsnerve; die gröſsere, welche durch den Knoten dringt, ist dies nicht, oder wirkt doch nicht direct auf die Bewegung. Dieser Knoten ist aber, wie schon Wrisberg*) erinnert hat, in seinem Bau von den Ganglien des sympathischen Nerven sehr verschieden und mehr den Spinalganglien ähnlich. Zu Knoten, die mit den letztern übereinkommen, schwellen überhaupt alle, zu beiden Seiten des verlängerten Marks hervortretende Nerven, den Hörnerven ausgenommen, bald nach der Vereinigung ihrer Wurzeln an. Eine eigene Classe von Ganglien machen die, welche den Hülfsnerven der Sinneswerkzeuge zum Ursprunge dienen, also der Ciliar-, Gaumen-, Keilbein-, Ohr- und Kieferknoten aus.

*) Novi Commentar. Soc. Reg. scient. Gotting. T. VII. p. 50.

Bichat,*) Magendie**) und Wutzer***) reizten den sympathischen Nerven von Thieren mit mechanischen Schärfen und sahen keine Wirkungen darauf erfolgen. Nach von Pommer's Erfahrungen****) verursacht das Drücken, Ziehen und Durchschneiden dieses Nerven am Halse bei Kaninchen und Hunden keinen bemerkbaren Schmerz. Die Thiere erkrankten nicht einmal nach dem Ausschneiden eines Stücks von mehrern Linien aus dem Halstheil desselben beider Seiten, obgleich die getrennten Enden sich nicht wieder durch Nervensubstanz vereinigten. Dagegen äusserte in Wutzer's Versuchen†) ein Thier heftige Reactionen bei Einwirkung der Pole einer Voltaischen Säule auf jenen Nerven. Flourens††) drückte bei mehrern Kaninchen den halbmondförmigen Bauchknoten, den ersten Brustknoten und den obern und untern Halsknoten mit einer Zange zusammen. Die Reizung des Bauchknotens brachte immer heftige, die der übrigen Ganglien in mehrern Fällen gar keine, in andern nur schwache Gegenwirkungen hervor. Lobstein†††) liefs das Galvanische Reizmittel auf den sympathischen Nerven bei Thieren und einem neugebohrnen Kinde wirken, und sahe eben so wenig Wirkung davon auf das Herz,

*) Anat. génér. T. I. p. 227.

**) Précis élément. de Physiol. T. I. Paris. 1816. p. 151.

***) A. a. O. p. 126. 127.

****) In dessen Beiträgen zur Natur- und Heilkunde. B. 1. S. 14. 17. 25. 27. 28.

†) A. a. O.

††) Recherches expériment. sur les propriétés et les fonctions du Syst. nerveux. p. 204.

†††) A. a. O. p. 94.

wie Valli, Volta, Behrends und ich bei ähnlichen Versuchen an Fröschen. Andere Physiologen bemerkten bei demselben Versuch beschleunigten Schlag des Herzens,*) und soviel ist auch nach meinen Erfahrungen gewifs, dafs plötzliche Zerschneidung oder Zerstöhrung des Rückenmarks eine bedeutende Wirkung auf das Herz hat.

Die negativen dieser Erfahrungen beweisen nicht, was man daraus geschlossen hat, dafs die Ganglien des sympathischen Nerven von Reizen überhaupt gar nicht gerührt werden. Aeusserten doch, in Magendie's Versuchen,**) Thiere auch beim Stechen in die Retina sehr wenig Empfindlichkeit. Jeder Nerve, und so auch der sympathische, hat Empfänglichkeit für Reize eigener Art. Jene negativen Erfahrungen lassen jedoch, in Verbindung mit den positiven, den Schlufs zu, den auch pathologische Erscheinungen bestätigen, dafs Reize, die in geringerm Grade oder bei geringerer Reizbarkeit keinen Einflufs auf den sympathischen Nerven haben, in höherm Grade oder bei höherer Reizbarkeit auf ihn wirken. Warum aber dieser Nerve, der doch mit dem geistigen Leben in naher Verbindung stehen mufs, im Zustande des gesunden Wachens weder vom Willen beherrscht wird, noch Eindrücke zum Bewufstseyn bringt, davon läfst sich die Ursache nur in einer eigenen Organisation desselben suchen, die im Aeussern vorzüglich durch

---

*) Biologie. B. 4. S. 269. B. 5. S. 291. 292. Wedemeyer's Untersuchungen über den Kreislauf des Bluts. S. 64.

**) Journal de Physiol. T. IV. p. 311.

seine vielen Ganglien ausgedrückt ist. Es ist wahr, der Grund liegt auch mit darin, dafs ihm die Seele im Wachen eine andere Seite als im Schlafe zuwendet. Da aber stärkere physische Reizungen durch ihn empfunden werden und Muskelbewegungen erregen, hingegen schwächere keine Wirkungen durch ihn hervorbringen, so müfsten auch heftigere Anstrengungen des Willens durch ihn körperliche Veränderungen bewirken, wenn seine Organisation dies nicht verhinderte, und da manche Muskeln durch ihn unwillkührlich in Bewegung gesetzt werden, die durch andere Nerven der Wille beherrscht, so mufs hier ebenfalls eine verschiedene Bildung dieser Nerven die Ursache des willkührlichen und unwillkührlichen Einflusses seyn. Es wirkt z. B. durch den Antlitznerven, als eigenen Nerven, der Wille auf die Gesichtsmuskeln. Durch denselben Nerven geschehen aber auch, vermöge seiner Verbindung mit dem sympathischen Nerven, die unwillkührlichen Bewegungen dieser Muskeln beim Athemhohlen. Daraus übrigens, dafs nach von Pommer's Versuchen, die Verbindung des obern Theils des sympathischen Nerven mit dem untern am Halse bei Kaninchen und Hunden, anscheinend der Gesundheit unbeschadet, aufgehoben werden kann, läfst sich mehr nicht als dies schliessen: jeder der Halsknoten dieses Nerven bedürfe zu seinem Wirken blos der Verbindung mit dem Rückenmark, nicht aber des Zusammenhangs mit dem vorhergehenden oder folgenden Knoten.

In den Ganglien vereinigen sich durchgängig Zweige von Nerven, die von verschiedenen Stellen des

Gehirns und Rückenmarks kommen. Es liesse sich voraussetzen, und es ist wirklich von Wilson Philip angenommen,*) in dieser Vereinigung ungleichartiger Nerven, und nicht in den knotigen Anschwellungen, liege der Grund des automatischen Wirkens der, aus der Verbindung entspringenden Zweige. Allein daſs der Einfluſs des Willens auf einen Theil durch Verbindung des Nerven desselben mit einem andern, ungleichartigen Nerven nicht immer gehemmt wird, beweiset das Beispiel des, mit dem sympathischen Nerven verbundenen und doch den äussern graden Augenmuskel willkührlich bewegenden sechsten Hirnnerven. Es ist also nicht jedes Zusammentreten, sondern nur eine Vereinigung eigener Art zweier ungleichartiger Nerven ein Hinderniſs der Einwirkung des Willens. Diese letztere Art der Verbindung giebt sich aber durch knotenartige Anschwellung zu erkennen.

Wenn es also im Allgemeinen verstattet ist, von der Gegenwart der Ganglien auf das Gebiet der willkührlichen und der automatischen Bewegungen zu schliessen, so werden die Gränzen beider nicht in allen Thierclassen von gleicher Art seyn können. Es muſs bei den gegliederten, wirbellosen Thieren, deren äussere Bewegungsorgane ihre Nerven aus dem knotigen Bauchstrang erhalten, die Thätigkeit dieser Organe mehr automatisch als bei den höhern Thieren seyn, und mehr mittelbar als unmittelbar in Folge von Einwirkungen des Willens, das heiſst, auf ähnliche Weise wie z. B. bei uns die unwillkührliche Zusammenziehung

*) Philos. Transact. Y. 1829. p. 261.

des Schlundkopfs in Folge der willkührlichen Zusammenziehungen der Zungenbeinmuskeln, erfolgen. Es entstehen aber bei jenen Thieren nicht alle Nerven des Bauchstrangs aus den Ganglien desselben, sondern manche aus den Verbindungssträngen der Knoten, und diese Stränge gehen, nach meinen Beobachtungen, nicht ganz in die Knoten mit ein, so wie, nach Scarpa*) und Lobstein,**) auch beim Menschen die am Rückgrath herablaufenden Verbindungsfäden der Intercostalganglien von diesen nicht ganz unterbrochen werden. Ein solches automatisches Wirken läfst sich daher nicht von allen äussern Bewegungsorganen der obigen Thiere annehmen. Es begeben sich unter andern bei der Weidenraupe von jenen Verbindungssträngen auf jeder Seite zehn Nerven, von Lyonnet die Rückenmarkszügel (Les brides epinières) genannt, sowohl zu Muskeln der äussern Bewegungsorgane, als zur Haut und zu den Seitenmuskeln des Herzens.***) Bei der Nacktschnecke, und wahrscheinlich noch mehrern andern wirbellosen Thieren, verlaufen, wie schon oben bemerkt wurde, eigene, von keinen Ganglien unterbrochene Hirnnerven zu den Arterien. Bei diesen Thieren kann folglich der, auf den höhern Stufen des Thierreichs der Willkühr entzogene Umlauf des Bluts dem Einflufs des Willens unterworfen seyn.

Es giebt daher ein esoterisches und exoterisches Wirken des Nervensystems. Der sympathische

*) A. a. O. L. I. Tab. 2. Fig. 1.

**) A. a. O. p. 57.

***) Lyonnet a. a. O. p. 201.

Nerve steht dem esoterischen Wirken vor, und die übrigen Nerven nehmen hieran nur insofern Antheil, als sie mit ihm vereinigt sind. Der Verbindung mehrerer Hirn- und Rückenmarksnerven mit ihm entspricht ein rhythmisches oder periodisches Wirken derselben. Alle, zum Athemhohlen dienende Muskeln und selbst die, welche nur entfernt dabei mitwirken, haben Nerven, die Zweige von ihm erhalten. Die zum Herzen gehenden Zweige des zehnten Nervenpaars sind innigst mit ihm vereinigt. Er vermischt sich mit allen zu den Geschlechtstheilen gehenden Nerven, deren Empfindungs- und Bewegungsvermögen nicht zu allen Zeiten in der, ihrer Bestimmung angemessenen Form vorhanden ist. Die exoterisch wirkenden Nerven sind aber auch verschieden in ihren Functionen und theilen sich ebenfalls gegenseitig durch die Verbindungen, worin sie mit einander stehen, ihre Eigenschaften mit. Fände diese Mittheilung nicht statt, so würde ihre Vereinigung zu gemeinschaftlichen Zweigen ganz zwecklos seyn. Sie sind theils mehr Empfindungs-, theils mehr Bewegungsnerven. Von jenen sind mehrere für eigene Empfindungen organisirt, und von diesen hat jeder eigene Muskeln, die von ihm beherrscht werden.

Vom Riech-, Sehe- und Hörnerven ist es gewifs, dafs sie nur zum Auffassen der Eindrücke des Geruchs, Gesichts und Gehörs dienen, also blos Empfindungsnerven sind.

Die Nerven des dritten, vierten und sechsten Paars und die kleinere Portion des fünften Paars sind dagegen vorzüglich Bewegungsnerven.

Ueber die Function der gröfsern Portion des fünften Paars der Hirnnerven sind von Bell, Magendie, Mayo und Fodéra Meinungen geäussert, die auf unentscheidenden Erfahrungen beruhen. Eschricht*) und J. Müller**) haben darüber Versuche, mit, wie es scheint, bestimmterm Erfolge gemacht. Sie schliessen aus ihren Erfahrungen, dafs die Zweige jener Portion mit dem Empfindungsvermögen in Beziehung stehen. Für die Richtigkeit ihrer Ansicht sprechen allerdings sonstige Gründe. Aus den Resultaten ihrer Versuche läfst sich jedoch nur folgern, dafs Reizungen jener Zweige indirecte Reactionen verursachten. Ob diese Bewegungen immer Folgen schmerzhafter Empfindungen waren, oder ohne Mitwirkung des Sensoriums erfolgten, läfst sich nicht bestimmen.

Von dem Antlitznerven, der ohne Zweifel direct auf die Bewegungen der Gesichtsmuskeln einwirkt, hat man gesagt: es fehle ihm auch nicht das Empfindungsvermögen; ***) es schienen dasselbe aber nur diejenigen seiner Zweige, in welche Aeste der gröfsern Portion des fünften Hirnnerven und Fäden der Halsnerven mit eingehen, zu besitzen. †) Die Erfahrungen, woraus man dies geschlossen hat, beweisen aber ebenfalls nur, wie die Versuche an der gröfsern Portion des Trigeminus, dafs Reizungen jener Zweige indirecte Reactionen verursachen.

---

*) De function. nervorum faciei et olfactus organi. p. 42 sq.

**) A. a. O. Nro. 646. S. 117.

***) J. Müller a. a. O. Nro. 647. S. 133.

†) Eschricht a. a. O.

Die vier letzten Paare der Hirnnerven sind so mit einander, mit dem sympathischen Nerven und dem Antlitznerven verflochten, dafs es schwer hält, zu sagen, welche Function jedes derselben ursprünglich hat. Wenn man indefs den Zungenschlundkopfnerven ausnimmt, so sind sie offenbar mehr Bewegungs- als Empfindungsnerven.

In Betreff der Rückenmarksnerven haben Bell und Magendie aus Versuchen und pathologischen Beobachtungen gefolgert, dafs die hintern Wurzeln derselben Empfindungen, die vordern Bewegungen hervorbringen. Magendie hat nachher zugegeben, dafs doch auch jenen das Bewegungs-, diesen das Empfindungsvermögen nicht ganz fehle,*) und so soll es sich auch nach Burdach's und von Baer's Erfahrungen damit verhalten.**) J. Müller's Versuche an Fröschen***) beweisen, dafs nur Reizungen der vordern Wurzeln direct auf die Bewegungsorgane wirken. Ueber das Empfindungsvermögen der hintern Wurzeln ergiebt sich nichts aus seinen Erfahrungen. Tiedemann schrieb mir im Mai 1831: Er sey mit Versuchen über das Rückenmark und die Spinalnerven beschäftigt, und, so schwierig auch diese Versuche seyen, habe er doch einige feste Resultate erhalten; die hintern Wurzeln der Rückenmarksnerven seyen blos für die Empfindung, die vordern für die Bewegung bestimmt; er habe wiederhohlt bei jungen Ziegen,

---

*) Journal de Physiologie. T. II. p. 366.

**) Burdach vom Bau und Leben des Gehirns. B. 1. S. 263. B. 3. S. 400.

***) A. a. O.

Hunden und Fröschen das Rückenmark sehr behutsam entblöfst; bei der leisesten Berührung der hintern Wurzeln hätten die Thiere heftigen Schmerz geäussert, während man die vordern hätte kneipen und stechen können, ohne dafs Aeusserungen von Schmerz eingetreten wären; dagegen hätten Reizungen dieser vordern Wurzeln immer Convulsionen in den Muskeln erregt, zu welchen sie sich begeben; in die vordern Stränge des Rückenmarks könne man ein Messer einstofsen, ohne dafs es das Thier wahrnehme; in den hintern verursache die leiseste Berührung Schmerz.

Ich habe ebenfalls über diesen Gegenstand Versuche an Fröschen gemacht, aber keine Resultate erhalten, die mir verstatten, den hintern Rückenmarkswurzeln ausschliefslich das Empfindungsvermögen zuzuschreiben und die vordern blos für Bewegungsnerven zu halten. Die Aeusserungen, die ich an diesen Thieren nach Reizungen beider Wurzeln wahrnahm, schien mir eine befriedigerende Erklärung aus der Voraussetzung zu erhalten, mit welcher Scarpa's*) neuere anatomische Beobachtungen übereinstimmen, dafs die hintern dem sympathischen System angehören, und dafs die Erfolge, die nach Reizung derselben eintreten, consensuelle in entfernten Theilen sind, hingegen die, welche Reizungen der vordern Wurzeln hervorbringen, directe Wirkungen in den Theilen selber, zu denen diese Wurzeln gehen. Man kann von keinen Bewegungen, die Thiere nach gewissen Einwirkungen

*) De gangliis nervorum deque origine et essentia nervi intercostalis. Mediolan. 1831.

äussern, mit Bestimmtheit sagen, dafs sie Aeusserungen von Schmerz sind und nicht blos consensuell, ohne Mitwirkung des Sensoriums erfolgen. Es müssen aber vor der Entblöfsung des Rückenmarks soviele empfindliche Theile durchschnitten werden, der Blutverlust dabei ist immer so bedeutend und das Rückgrath läfst sich nicht ohne so starke Erschütterungen des Rückenmarks öffnen, dafs schwerlich noch grofse Empfindlichkeit des Sensoriums darnach übrig bleiben kann. Ich beobachtete bei allen Fröschen, woran ich diese Operation machte, ein weit schnelleres Erlöschen des Lebens, als sonst bei diesen Thieren erfolgt, wenn man ihnen bei unverletztem Rückgrath selbst alle Brust- und Baucheingeweide genommen hat. Sie wurden immer gleich vom Opisthotonus befallen, sobald die Luft Zutritt zur Rückgrathshöhle bekommen hatte. Die Bewegungen, die sie bei Reizung der hintern Rückenmarkswurzeln äussern, lassen sich daher mit mehr Grund für automatische als für Aeusserungen von Schmerz annehmen. Für diese Meinung sprechen auch folgende Beobachtungen. Ich hatte mehrern lebenden Fröschen den Kopf gleich hinter dem Hinterhauptsloch abgeschnitten. So oft ich die Spitzen der Zehen eines der hintern Beine kniff oder drückte, zogen die enthaupteten Thiere bei einem schwächern Druck dieses eine Bein, bei einem stärkern beide, und, wenn der Druck sehr stark war, beide mit so grofser Heftigkeit zurück, als ob sie entfliehen wollten. Die hintern Beine machten auch die nehmliche Bewegung, nur nicht so lebhaft als im vorigen Fall, wenn ich die Zehen der

vordern Füfse drückte. Jene reagirten selbst dann noch auf solche Weise bei einem Druck auf die Zehen, wenn ich das Rückgrath dicht über dem Ursprung der ischiadischen Nerven durchschnitten hatte. War ihre Reizbarkeit soweit gesunken, dafs das Drücken der Zehen keine Wirkung mehr hatte, so trat der vorige Erfolg doch wieder bei einem Druck auf die Schenkelmuskeln ein. Das Zurückziehen bestand nicht in einem solchen Zucken wie der Galvanische Reiz erregt, sondern geschahe ganz nach Art der Bewegungen, die der Wille in den äussern Gliedmaafsen hervorbringt. Die hintern Extremitäten nahmen nachher ihre vorige ausgestreckte Lage nicht wieder an, sondern blieben mehr oder weniger zusammengezogen. Kurz, die Bewegungen waren ganz die nehmlichen, welche die Thiere geäussert haben würden, wenn sie den Druck auf die Zehen empfunden hätten. Und doch entstanden sie ohne alle Mitwirkung des Gehirns, blos durch Reaction des Rückenmarks.

Der Schlufs, der sich aus diesen Beobachtungen ergiebt, macht alle Erfahrungen an Thieren über die Empfindlichkeit einzelner Nerven unsicher. Es findet ohne allen Zweifel eine Verschiedenheit in den Functionen der verschiedenen Nerven statt. Aber dabei mufs doch in ihnen die Anlage vorhanden seyn, einer des andern Stelle in gewissem Grade ersetzen zu können. Es fehlt keinem Bewegungsnerven, der einen ununterbrochenen Fortgang vom Gehirn oder Rückenmark zu den äussern Theilen hat, ganz das Empfindungsvermögen, und den blos empfindenden Nerven geht

vielleicht nur darum das Bewegungsvermögen ab, weil sie sich nicht zu Muskeln begeben. Man kann zwar nicht gradezu beweisen, dafs ein Sinnesnerve, der sich in einem Muskel vertheilte, diesen in Bewegung setzen würde. Aber es sprechen für jenen Satz sowohl Thatsachen der vergleichenden Anatomie als pathologische Erscheinungen. Es wird sich unten zeigen, dafs bei einigen Thieren der Sehenerve, bei andern der Riechnerve durch Zweige des fünften Hirnnerven ganz oder gröfstentheils ersetzt wird, und dafs es einige giebt, die sehr empfindlich gegen das Licht sind, ohne Augen zu besitzen. In der Vertheilung mancher Nerven giebt es individuelle Abweichungen, die nicht statt finden könnten, wenn das Gebiet des einen von dem des andern scharf abgesondert wäre. Es entspringt z. B. der zum Schlundkopf gehende Zweig des zehnten Nervenpaars zuweilen auch vom Zungenschlundkopfnerven,*) und in manchen Fällen findet eine Verbindung, in andern aber auch keine zwischen dem letztern und dem Zwerchfellsnerven, so wie zwischen dem Herz- und Eingeweidenerven statt.**) Man hat Fälle beobachtet, wo nach dem Verlust der Eichel des männlichen Gliedes der Stumpf die Empfindlichkeit der Eichel bekam.***) In Muskeln der willkührlichen Bewegung erfolgen zuweilen Zuckungen in regelmäfsigen Intervallen. Könnten diese Theile die Stelle des Herzens

*) Neubauer descript. anat. nervor. cardiac. p. 89. 193.

**) Wrisberg in Commentat. Soc. Reg. scient. Gotting. Vol. II. p. 87. 99.

***) Biol. B. 6. S. 215. Kahleis in Meckel's Archiv f. d. Physiol. B. 5. S. 211.

vertreten, so würde die Nervenwirkung, die in ihnen Zuckungen verursacht, sie pulsiren machen und durch sie das Blut in Umlauf bringen.

Alle Nervenwirkungen sind verschieden in Rücksicht auf ihre Extension und Intension. Jene, nicht aber diese, steht mit dem Volumen der Nerven und der Gröfse der Fläche, worauf sich dieselben verbreiten, in Verhältnifs. Viele Fische haben einen weit dickern Sehenerven und eine gröfsere Netzhaut als der Mensch, obgleich ihr äusseres Auge viel weniger zum scharfen Sehen gebauet ist als das des Menschen. Der gröfsere Nerve dient ihnen zum Ueberschauen eines weitern Umkreises. Die Insecten nehmen mit ihren, kaum sichtbaren einfachen Augen, zu denen microscopische Nerven gehen, in einem kleinen Bezirk und in der Nähe manche Gegenstände gewifs schärfer als jene wahr. Dieses Gesetz gilt auch von den Nerven der willkührlichen Bewegung. C. F. Wolff fand, dafs zu den sehr kräftigen, aber keiner sehr mannichfaltigen Bewegungen fähigen Armmuskeln des Löwen verhältnifsmäfsig nur dünne Nerven gehen.*)

Das Volumen empfindender Nerven steht ferner mit der Mannichfaltigkeit der Empfindungen, die sie verschaffen, in einer gewissen Beziehung. Doch läfst sich nicht immer aus einem gröfsern Volumen auf einen höhern Grad dieser Mannichfaltigkeit schliessen. Sie kann sich auch blos auf eine gröfsere Zahl gleichartiger Empfindungen beziehen. So besitzen die geflügelten Insecten in der Regel sehr dicke Nerven der

*) Novi Commentar. Acad. sc. Petropol. T. XV. p. 542.

zusammengesetzten Augen, mit denen sie wohl ein weites Gesichtsfeld überschauen, nicht aber die verschiedenen Formen der Gegenstände scharf unterscheiden können.

Was die Nerven zur Thätigkeit aufregt, ist entweder ein äusserer oder ein innerer Eindruck, und derselbe wirkt entweder absolut oder relativ von aussen oder von innen. Ein absolut äusserer ist z. B. das die Netzhaut des Auges treffende Licht, ein absolut innerer die Einwirkung des Willens auf die Nerven willkührlicher Organe. Eine chemische, im Magen befindliche Schärfe, welche die Magennerven reizt, gehört zu den relativ äussern Eindrücken. Von welcher Art die erregende Ursache aber auch seyn mag, so hat sie stets eine Nebenwirkung auf den Zuflufs des Bluts zu dem gereizten Nerven. Es erfolgt immer ein stärkeres Zuströhmen dieser Flüssigkeit zu dem äussern Ende eines Nerven des bewufsten Lebens, auf welches sich die Thätigkeit der Seele richtet. Angestrengtes Sehen eines Gegenstandes treibt das Blut nach den Augen und macht sie anschwellen. Hiervon ist die Folge erhöhete Empfänglichkeit der Nerven für den Eindruck. Eine Reizung, von welcher die Aufmerksamkeit ganz abgelenkt ist, gelanget gar nicht zum Bewufstseyn. Sie wird um so schärfer empfunden, je mehr diese auf sie gerichtet ist.

Den Einflufs auf das Blut und in Folge dessen auf die Empfänglichkeit für Reizungen äussern in noch höherm Grade als solche Vorstellungen, die Thätigkeiten des Willens veranlassen, alle die, welche sich

auf sinnliche Triebe beziehen, und alle, die unmittelbare Ursachen von Affecten und Leidenschaften sind. Jede Art der letztern hat ihr bestimmtes Gebiet des Systems der Blutgefäfse, das von ihr afficirt wird, und es sind Zweige des sympathischen Nerven, wodurch sie die Affection hervorbringt. Wie sehr der Lauf des Bluts und die Empfindlichkeit gewisser Theile durch sie verändert wird, zeigt sich beim Anschwellen und der gesteigerten Empfindlichkeit der Zeugungstheile während des Geschlechtstriebs und bei der Turgescenz des Kamms zorniger Hähne. Jene Vorstellungen wirken dabei auf die Qualität des Bluts der afficirten Theile ein, wie aus der veränderten Qualität der Galle und des Speichels beim Zorn und bei heftiger Wuth erhellet, der eine Umwandelung der Beschaffenheit des Bluts, der Leber und der Speicheldrüsen vorhergehen mufs.

Die Steigerung der Empfänglichkeit des gereizten Theils hat aber bei allen diesen Einwirkungen eine Gränze, jenseits welcher sie wieder abnimmt. Bei lange fortgesetztem oder sehr gespanntem Aufmerken auf einen Eindruck tritt in dem angestrengten Nerven zuletzt Unempfindlichkeit gegen denselben ein, und bei längerer Dauer eines sinnlichen Triebes erschlaffen die davon turgescirenden Theile um so eher wieder, je heftiger derselbe ist. Während die Reizbarkeit eines einzelnen Theils des Nervensystems sich auf ihrer höchsten Stufe befindet, ist sie in andern Nerven unter ihren gewöhnlichen Grad vermindert. Ein solcher Antagonismus findet vorzüglich zwischen den Nerven der

Sinneswerkzeuge und verschiedenen Theilen des sympathischen Nerven statt. In dem Augenblick, wo das Auge mit dem Auffassen eines Gesichtseindrucks ganz beschäftigt ist, versagt das Gehörwerkzeug seine Dienste, und daher rührt es, daſs von mehrern Personen, welche die Zeit des Eintritts eines Sterns in einem gewissen Punct beobachten, Keiner dieselbe ganz übereinstimmend mit dem Andern angiebt.*) Der See-Elephant lebt während der Paarungszeit wenigstens zwei Monate am Lande, ohne Nahrung zu sich zu nehmen.**) Während die Reizbarkeit der Nerven der Zeugungstheile durch den Geschlechtstrieb bei ihm aufs Höchste gesteigert ist, sind also die des Nahrungscanals ganz unempfänglich für den Ernährungstrieb.

Die nehmlichen Gesetze finden auch bei der Einwirkung äusserer Reize statt. Diese haben, wenn sie nicht blos mechanisch wirken, stets eine Nebenwirkung nicht nur auf das Ströhmen, sondern auch auf die Beschaffenheit des Bluts, das dem gereizten Nerven zuflieſst. Die Veränderung des erstern verändert aber die Empfänglichkeit des letztern, und so geschieht es, daſs Eindrücke jener Art, während sie einen Nerven zur Thätigkeit aufregen, zugleich die Erregbarkeit desselben in Beziehung auf andere Eindrücke umwandeln. So wird der Geschmack durch jede Speise auf eine eigene Art für andere Speisen gestimmt, und die Empfindlichkeit für Wärme durch Kälte, für Kälte

*) Nicolai in der Isis. 1830. H. 5. S. 673.

**) J. Weddell's Reise in das südl. Polarmeer in den Jahren 1822—24. Weimar 1827. S. 84.

durch Wärme erhöhet. Viele Substanzen wirken in so weit höherm Grade auf das Blut als unmittelbar auf die Nerven ein, mit denen sie in Berührung kommen, dafs jener Einflufs diesen weit überwiegt. Sie stimmen dabei durch die Veränderungen, die sie im Lauf und der Beschaffenheit des Bluts hervorbringen, oft die Reizbarkeit ganz anderer Theile des Nervensystems um, als derer, die von ihnen zunächst afficirt werden. Ihr Einflufs auf die letztern ist blos topisch, solange nicht das Blut von ihnen verändert ist. Auf solche Weise wirken alle Gifte, besonders die narcotischen. Bestreicht man damit eine Stelle des entblöfsten Nerven eines willkührlichen Muskels, so erfolgen in diesem oft gar keine Reactionen, oft nicht stärkere als nach mechanischen Reizungen, und ihn regt nach wie vor der Galvanische Reiz zum Zusammenziehen auf, wenn derselbe nur nicht grade an der bestrichenen Stelle angebracht wird.*) Die Zufälle von Vergiftung treten immer erst nach dem Einflufs des Gifts auf das Blut ein.**) Es zeigt sich dabei eine Aehnlichkeit in der bestimmten Wirkung derselben auf einzelne Theile mit der der sinnlichen Triebe, Affecten und Leidenschaften. Wie Traurigkeit und Kummer, so wirkt die rothe Digitalis auf den Umlauf des Bluts; wie Bangigkeit und Angst, so die falsche Angustura auf das Athemhohlen; wie übermäfsige Freude, Opium auf das Gehirn; wie Furcht, ein drastisches Gift auf den

*) Biologie. B. 5. S. 375.

**) Ebendas. S. 379. Rengger in Meckel's Archiv f. d. Anat. und Physiol. 1829. S. 276. 287.

Darmcanal, und wie der Geschlechtstrieb, Vanille auf die Zeugungstheile.

Es wechseln also bei dem Thier, weil es in Besitz eines Nervensystems ist, innerhalb gewisser Gränzen immerfort die Seiten, die es der äussern Natur zuwendet. Nicht so verhält es sich im Pflanzenreiche, wo dieses System fehlt. Die Empfänglichkeit der Gewächse für gewisse Eindrücke kann durch andere Eindrücke gesteigert und herabgestimmt, aber nicht in der Qualität verändert werden. Die Kräfte, wodurch die Erregbarkeit der Thiere vorzüglich umgestimmt wird, zu welchen besonders die narcotischen Substanzen gehören, haben, nach Göppert's Versuchen,*) keinen Einflufs auf sie, und die Stoffe, die für sie Gifte sind, wirken anders auf sie als auf die Thiere, nehmlich nur fortschreitend von der afficirten Stelle über das Ganze, nicht aber so, dafs dadurch die Lebensäusserungen entfernter Theile plötzlich verändert werden, wenn in den nähern noch keine bedeutende Abweichung vom gewöhnlichen Zustande bemerkbar ist.

*) Poggendorff's Annalen der Physik. 1828. Nro. 10. S. 252.

NEUNTES BUCH.

Die äussern Sinne.

Allgemeine Bemerkungen.

Wir besitzen keine Erfahrung von einem andern geistigen Leben als einem solchen, das durch eine Wechselwirkung mit der äussern Welt sein Bestehen hat. Auch im Traume stellt sich das Ich Bildern als einem Aeussern gegenüber, die aus den zurückgebliebenen Spuren früherer Eindrücke nach organischen Gesetzen erzeugt sind. Es läſst sich aber eine Form des Lebens denken, wobei die Wirkung des Aeussern auf das Innere blos Gefühle von Lust und Unlust, und in deren Folge Begehrungen veranlaſst. Eine solche ist das Pflanzenleben. In den höhern Formen des thierischen Lebens wird das Aeussere als etwas Objectives empfunden. Die Empfindung kann bloſs im Allgemeinen objectiv, oder auch nach der verschiedenen Qualität der Gegenstände verschieden modifizirt seyn. Organe, die von der verschiedenen Beschaffenheit des Aeussern Empfindungen verschaffen, sind Sinneswerkzeuge. Das Thier steht in Betreff derselben um so höher, je mehr

generisch und specifisch verschiedene, objective Eindrücke es durch sie empfängt und je schärfer diese sind. Es ist nicht zu bezweifeln, dafs der Mensch keine Empfänglichkeit für einige Arten von sinnlichen Eindrücken hat, wofür manche Thiere damit ausgestattet sind. Dagegen ist es auch gewifs, dafs er die verschiedenen Arten vieler Gattungen dieser Eindrücke schärfer als die Thiere von einander unterscheidet.

Die Gattungen von Eindrücken, die objectiv empfunden werden, sind: die Temperatur der äussern Dinge, die auf den thierischen Körper einwirken; das Licht und dessen Modificationen; die Schwingungen der Körper, die den Schall ausmachen, und die sonstigen Bewegungen der letztern, worin sie sich als Ganze oder in ihren Theilen befinden; ihre Schwere; der Grad der Cohärenz ihrer Theile; ihre Gestalt und ihre chemischen Kräfte. Zweifelhaft ist es, ob es bei einigen Thieren einen Sinn für die physische Wechselwirkung der Körper giebt, die sich als Electro-Magnetismus äussert. Für die Empfindung des Lichts, des Schalls und der chemischen Kräfte der Körper sind im Thierreiche sehr allgemein eigene und immer auf ähnliche Art gebildete Sinneswerkzeuge, das Auge, das Ohr, die Nase und die Zunge, vorhanden. Nicht so allgemein finden sich eigene Organe für die übrigen Gattungen der sinnlichen Eindrücke, und die Bildung derer, welche es dafür giebt, ist in den verschiedenen Classen und Familien des Thierreichs mannichfaltiger als die der erstern. Man kann diese als verschiedene

Modificationen eines Sinns betrachten, aus welchem sich alle übrige entwickeln und den wir den **Gefühlsinn** nennen werden.

Die Vollkommenheit der Sinne, soweit sie sich nach dem Grade der Ausbildung ihrer Organe beurtheilen läfst, steigt im Allgemeinen von den niedersten Thieren bis zum Menschen. Es läfst sich aber doch keine andere als eine einseitige Stufenfolge derselben entwerfen. Die Sinne der höhern Thiere sind nur gleichmäfsig, nicht aber in jeder Beziehung vollkommener als die der niedern.

Mit der gröfsern Vollkommenheit jedes Sinns ist immer ein höherer Grad von Ausbildung der ihm angehörigen Nerven, ausserdem aber auch das Erscheinen von Bewegungsorganen, wodurch ein willkührliches Wirken desselben auf die Gegenstände seiner Sphäre möglich gemacht wird, verbunden. Die höhere Stufe der Nervenbildung giebt sich nicht, wenn der Sinn blos intensiv vervollkommnet ist, durch vermehrtes Volumen der Nervenmasse, wohl aber dadurch zu erkennen, dafs mehrere verschiedene Nerven sich in den Organen des Sinns verbreiten. Es ist ein Gesetz für die Wirbelthiere, dafs die Sinneswerkzeuge des Gesichts, Gehörs, Geruchs und Geschmacks, ausser eigenen Nerven, die zu den Muskeln derselben gehen, zwei besondere Nerven für die Aufnahme der Sinneseindrücke besitzen, wovon der eine ein eigener Stamm, der andere ein Zweig des Trigeminus ist. In diesem Besitz zweier Empfindungsnerven für einen und denselben Sinn sind nicht die Organe des Gefühlsinns,

nicht die unentwickelten Organe eines höhern Sinns einiger Wirbelthiere, und nicht die sämmtlichen Sinneswerkzeuge der wirbellosen Thiere. Diejenigen Wirbelthiere, bei welchen die Werkzeuge eines höhern Sinnes unentwickelt sind, besitzen den Hauptnerven desselben entweder gar nicht, oder blos als Rudiment; der Sinneszweig des fünften Paars ist dagegen oft eben so sehr als sonst ausgebildet. So verhält es sich im Auge des Hypochthon (Proteus anguinus) und des Maulwurfs, und in der Nase der Wallfische. Bei den wirbellosen Thieren gehen wohl zu den Muskeln höherer Sinnesorgane besondere Nerven. Aber der eigentliche Sinnesnerve ist immer nur einfach und oft nur ein Zweig eines, noch andern Functionen vorstehenden Stamms.*)

Jeder Sinn wirkt mit der Schnelligkeit des Lichts. Am schnellsten gelangen die Gesicht- und Gehöreindrücke von den äussern Enden der Sehe- und Hörnerven zum Sensorium. Die Fortpflanzung derselben ist jedoch, wie jeder physische Vorgang, an eine gewisse Zeit gebunden. Daher fliessen, wenn mehrere Eindrücke schneller auf einander folgen, als diese Zeit beträgt, alle zu einem einzigen zusammen, und es läfst sich hiernach die Dauer, unter welcher jeder einzelne nicht mehr als einzelner empfunden wird, einigermaafsen bestimmen. So bildet eine um-

*) Straus (Considérat. sur l'Anat. comp. des anim. artic. p. 393) glaubt, beim Maikäfer Anastomosen des Sehenerven mit einigen andern Hirnnerven gesehen zu haben. Ich beobachtete nie etwas Aehnliches bei einem Insect. Auf jeden Fall geht so wenig beim Maikäfer als bei allen übrigen wirbellosen Thieren zu dem Auge selber ein sonstiger Nerve als der Sehenerve.

geschwungene feurige Kohle, oder eine umgedrehete Scheibe mit einer Oeffnung, hinter welcher ein Licht steht, einen feurigen Kreis. D'Arcy*) berechnete die Dauer dieses Eindrucks auf 0, 133″. Th. Young**) giebt sie für Lichteindrücke überhaupt auf 0, 01″ bis 0, 5″ an. Plateau***) fand sie für umgeschwungene Papierstreifen von weisser und gelber Farbe 0, 35″, von rother 0, 34″ und von blauer 0, 32″.†) Beim Gehör findet jenes Zusammenfliessen vieler Eindrücke bei schneller Folge derselben ebenfalls nach Savart's Versuchen statt,††) wozu sich dieser metallener Räder mit Zähnen am Umkreise bediente, welche letztere beim Umdrehen des Rades an eine Platte schlugen. Gab Savart einem solchen Rade, das mit einer kleinen Zahl von Zähnen besetzt war, anfangs einen langsamen und dann einen immer mehr beschleunigten Umschwung, so konnte er anfangs die Schläge der Zähne gegen die Platte genau unterscheiden; dann gingen diese Töne zwar in einander über, doch so, dafs der ganze Ton ungleichförmig klang; endlich wurde der Ton sehr rein und sehr stark; die Stärke nahm aber ab und der Ton verschwand zuletzt ganz, wenn die Geschwindigkeit der Umdrehung eine gewisse Gränze überschritt.

---

*) Mém. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1765. p. 439.

**) A Course of Lectures on Natural Philosophy. T. I. p. 455.

***) Poggendorff's Annalen der Physik. 1830. N. 10. S. 304.

†) Plateau schliefst aus seinen Versuchen, dafs der schwächere Eindruck länger dauere als der stärkere. Dieser, gegen andere organische Gesetze streitende Satz folgt aber nicht daraus. Was P. für schwächere und stärkere Eindrücke annimmt, waren Eindrücke von verschiedener Qualität.

††) Poggendorff's Annalen der Ph. 1830. N. 10. S. 290.

Die sämmtlichen Sinne eines Thiers wirken um so mehr in einer, sowohl in Beziehung auf einander als auf die äussere Welt prästabilirten Harmonie, je niedriger dessen Stufe im Reiche der thierischen Wesen ist. Das Insect bedient sich gleich nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei seiner Glieder so sicher, als wäre es nicht erst neu in die Welt getreten. Der Vogel, das Säugthier und der Mensch aber lernt erst nach der Geburt den Gebrauch seiner Flügel, Füfse und Hände, lernt erst allmählig Sinnesempfindungen Einer Art durch die einer andern berichtigen. Jene ursprüngliche Sicherheit im Handeln setzt ein angebohrnes Wissen um die Beziehung dessen, wovon in einer gewissen Sphäre des Daseyns die Sinne gerührt werden, zu dem Wesen voraus, das in Besitz dieser Sinne ist. Je beschränkter die Sphäre, um desto bestimmter ist dieses Wissen, und umgekehrt.

Der Gefühlsinn.

Die allgemeinste Modification dieses Sinnes ist das Vermögen, den Eindruck der Wärme und Kälte als eine äussere Einwirkung zu empfinden. Im ganzen Thierreiche giebt es keine Wesen, die, wenn sie nicht wie die Lithophyten und Ceratophyten ursprünglich für ein Medium bestimmt sind, worin kein Wechsel der Temperatur eintritt, den ihnen angemessenen Grad von äusserer Wärme nicht aufsuchen, also einen Sinn dafür besitzen. Ueber die Feinheit dieses Sinnes bei den einzelnen Thierarten läſst sich im Allgemeinen nichts bestimmen. Das Miſsbehagen der einen bei höherer, der andern bei geringerer Wärme ist kein Maaſsstab dafür: denn die Pflanze leidet auch bei einer Temperatur, die ihrer Natur nicht angemessen ist, ohne dieselbe als etwas Objectives zu empfinden.

Es ist nicht blos die Thermometerwärme, sondern auch das verschiedene Leitungsvermögen äusserer Körper, wovon der Gefühlsinn gerührt wird. Die Luft erregt bei einerlei Temperatur nach dem Thermometer das Gefühl von Wärme oder Kälte, wenn sie trocken oder feucht, ruhig oder in Bewegung ist. Für diese verschiedene Einwirkung müssen viele geflügelte Insecten sehr empfänglich seyn, da sie so oft nicht schwärmen, wenn auch die Luft nach dem Wärmemesser sie zum Schwärmen einzuladen scheint. Von derselben rührt die brennende Hitze (Calor mordax) in Faulfiebern her. Es wird nehmlich die Wärme von dem kohlensauren Gas und Stickgas langsamer als von

der atmosphärischen Luft geleitet, und diese Gasarten werden bei Faulfieberkranken in weit gröfserm Maafs als bei Gesunden an der Oberfläche des Körpers abgeschieden Die Reizbarkeit keines Sinnes hängt auch so sehr von der allgemeinen Stimmung des Nervensystems ab, als die des Wärmesinns. Innere Veränderungen allein können bekanntlich die Empfindungen von Frost und Hitze ohne wirkliche Verminderung oder Vermehrung der Wärme hervorbringen.

Es sind keine Organe ausschliefslich für diesen Sinn bestimmt, obgleich einige eine gröfsere, andere eine geringere Empfindlichkeit für Wärme und Kälte besitzen. Nur für die Empfindung der wärmenden Kraft der Sonnenstrahlen haben mehrere Thiere ein eigenes Organ. Dahin gehört zuerst der schwartze Fächer des Auges der Vögel. Dieser steht wohl mit dem Sehen, doch auch wahrscheinlich mit jener Empfindung in Beziehung. Er mufs, wenn das Auge von der Sonne beschienen wird, mehr als der übrige Körper, vermöge seiner schwartzen Farbe und seiner Beleuchtung von den durch die Hornhaut und die Crystallinse concentrirten Sonnenstrahlen, erwärmt werden. Dabei hängt er an seiner Basis mit der Netzhaut und der Choroidea znsammen. Von der Temperatur dieses Organs kann also der Vogel entweder durch die Retina, oder auch durch die hinter der Choroidea verlaufenden Ciliarnerven Empfindungen erhalten, wenn auch nicht, worüber es noch näherer Untersuchungen bedarf, feine Zweige der letztern in die Basis desselben dringen. Eine andere Einrichtung des Auges, die eine gleiche

Wirkung wie jener Fächer haben mufs, fand ich beim Chamäleon (Chamaeleo carinatus Merr.). Bei diesem hat die Netzhaut in ihrer Mitte, eine Linie weit von der Eintrittstelle des Sehenerven, einen kreisrunden, beinahe eine halbe Linie weiten Ausschnitt, hinter welchem das schwartze Pigment der Choroidea dem Einflufs der concentrirten Sonnenstrahlen ausgesetzt ist. Bei den mehrsten Fischen giebt es statt einer solchen runden Oeffnung einen schmalen, länglichen, von der Eintrittstelle des Sehenerven zum vordern Rande der Retina sich erstreckenden Ausschnitt dieser Haut, in welchem beim Stöhr ein eigener Fortsatz des Sehenerven, bei andern Arten ein Ciliarnerve verläuft. Beim Lachs bildet die Choroidea in dieser Spalte einen, dem schwartzen Fächer der Vögel ähnlichen Fortsatz (Processus falciformis). Bei vielen Fischen geht der Ciliarnerve des Ausschnitts bis zum vordern Rand der Crystallinse, und endigt sich hier in einem kleinen soliden, mit schwartzem Pigment bedeckten Theil von conischer, pyramidalischer oder glockenförmiger Gestalt (Campanula). Auf diesen wirken die nicht concentrirten, auf die in der Netzhaut befindliche Spalte und den sichelförmigen Fortsatz die concentrirten Sonnenstrahlen.*)

Verwandt mit dieser Modification des Gefühlsinns ist die Empfänglichkeit der Hautnerven für den Eindruck des Lichts als blos leuchtenden Agens. Die

*) Ein Weiteres über diese Gegenstände habe ich in meinen Beiträgen zur Anat. und Physiol. der Sinneswerkzeuge, H. 1. S. 79, mitgetheilt.

Armpolypen, die Asterien und mehrere andere Zoophyten gehen dem Lichte nach; die Medusen und Regenwürmer fliehen dasselbe, obgleich weder die einen noch die andern Augen besitzen.*) Es ist nicht die wärmende Kraft der Sonnenstrahlen, wodurch jene angelockt werden: denn die Armpolypen ziehen sich auch in einem, an einer einzelnen Stelle vom blofsen Tageslichte erleuchteten Glase nach der hellen Seite hin. Lyonnet fand, dafs von einer Naidenart, woran er ein sehr starkes Reproductionsvermögen entdeckte, selbst Stücke ohne Kopf und Schwanz gleich in Unruhe geriethen, sobald sie des Nachts auch nur von dem blofsen Schein einer Kerze getroffen wurden, sich aber wieder ruhig verhielten, wenn man den Schein des Lichts von ihnen abhielt.**) Aus diesem Lichtsinn entwickelt sich auf den höhern Stufen der thierischen Organisation der Sinn des Gesichts. Man sieht bei einigen niedern Thieren einen deutlichen Uebergang der Organe des erstern in wirkliche Augen. Bei Limax cinereus L. und bei den Helix-Arten tragen die gröfsern Fühlfäden wirkliche, mit einer Hornhaut und Linse versehene Sehewerkzeuge. Hingegen bei der mit Limax so nahe verwandten Gattung Arion, wohin Limax ater L. gehört, breitet sich der Nerve, der bei Limax mit zum Sehen dient, blos zerästelt unter einer schwartzen Haut aus, womit das Ende der gröfsern Fühlfäden überzogen ist. So giebt es auch beim Europäischen

*) Biol. B. 6. S. 175. Grant im Edinburgh Journ. of Science. Vol. X. p. 346.

**) Mém. du Mus. d'Hist. nat. T. XIX. p. 111.

Scorpion am vordern Rand des Brustschildes neben den, dort stehenden kleinen Augen eine Menge Hervorragungen, welche im Aeussern die nehmliche Gestalt wie diese Augen haben und auch wie diese inwendig mit einem schwartzen Pigment bedeckt sind, aber keine durchsichtige Hornhaut und keine Linse enthalten.

Von einer andern Seite ist der Gefühlsinn die Grundform des Gehörsinns. Die Schwingungen der Körper, die bei einem bestimmten Grad von Geschwindigkeit den Schall ausmachen, werden als Schall nur vom Ohr, aber als Erschütterungen auch von Nerven anderer Theile empfunden. Sie wirken zwar bei dem Menschen auf diese nicht immer, und selten, wenn sie durch die Luft zu denselben fortgepflanzt werden. Es folgt hieraus aber nicht, dafs nicht manche Thiere für die Schallschwingungen der Luft überhaupt, oder auch für gewisse Arten derselben empfänglich sind, ohne eigene Hörwerkzeuge zu besitzen. Daher läfst sich nicht bei jedem Thier, das vom Schall aufgeregt wird, die Gegenwart dieser Organe voraussetzen. Auf jeden Fall rühren die schwingenden Bewegungen fester und flüssiger Materien nicht blos den Sinn des Gehörs. Die Vibrationen fester Körper werden von ganz tauben Menschen oft sehr lebhaft durch die Nerven der äussern Theile gefühlt,*) und die Regenwürmer kriechen bei Erschütterungen des Erdbodens aus ihren Löchern hervor. Die Rochen und Haien haben selbst ausser eigentlichen Hörwerkzeugen noch besondere Organe,

*) Biologie. B. 6. S. 176.

denen keine andere Bestimmung zukommen kann, als solche Undulationen des Wassers zu empfinden, die zu langsam vor sich gehen, um auf das Gehör einen Eindruck zu machen. Diese bestehen in kleinen häutigen Blasen, die sich auf der, nach der Oberfläche des Körpers hingekehrten Seite in eine häutige Röhre fortsetzen und eine gallertartige Materie enthalten. Das äussere Ende der Röhre endigt sich unter der Oberhaut. In das Bläschen dringt von der entgegengesetzten Seite ein Zweig der Nerven des fünften Paars. Bei den Haien haben die Bläschen nur einen kurzen Fortsatz, und liegen blos an der obern Kinnlade. Bei den Rochen verbreiten sich sehr lange Röhren von der Gegend der Kiemen aus, neben welchen die Bläschen in fibrösen Kapseln eingeschlossen liegen, nach mehrern Stellen des Rückens und Bauchs.

Es wirken ferner auf den Gefühlsinn die Ströhmungen in dem Medium, worin sich die Thiere aufhalten. Diese Bewegungen werden von den Hautnerven der ganzen Oberfläche des Körpers empfunden. Die Thiere aber, deren ganzer Körper mit harten Schaalen bedeckt ist, können wenig empfindlich dagegen seyn. Von diesen besitzen daher viele Arten Organe, die eigens zum Auffassen des Eindrucks jener Bewegungen eingerichtet sind. Es giebt solche Werkzeuge vorzüglich bei den Wasserthieren, doch auch bei mehrern Luftthieren, und sie finden sich auch bei manchen Gattungen, die nicht in Schaalen eingeschlossen sind, oder keine sehr dicke Oberhaut haben. Die Fühlfäden aller im Wasser lebenden Zoophyten, Anneliden und Mollusken

werden nicht nur von der unmittelbaren Berührung fester Körper, sondern auch schon von den Bewegungen des Wassers afficirt, welche die Thiere, wovon sie sich nähren, in ihrer Nähe hervorbringen. Die Cirren mancher Fische müssen für den Einfluſs dieser Bewegungen ebenfalls sehr empfindlich seyn. Beim Stöhr fand ich dieselben rings umher mit Säumen besetzt, die aus einer sehr zarten Haut bestehen und schon von den leisesten Ströhmungen des Wassers erschüttert werden müssen. Der Kabliau (Gadus Morrhua) hat Tastfäden zwischen den Zähnen und den Lippen, die in Verbindung mit dem Geruchsorgan ihn schon ohne Sehevermögen bei den meisten seiner Handlungen leiten können, da Couch einen Kabliau sahe, dem beide Augapfel ganz fehlten und der doch sehr groſs und wohlgenährt war.*) Vermöge der langen Haare, womit die Fühlhörner mancher Insecten besetzt sind, scheinen diese groſse Empfindlichkeit gegen den Eindruck des Zugs der Luft zu haben. Die groſsen äussern Ohren vieler Säugthiere, vor allen der Fledermäuse, sind auch gewiſs zum Theil eben so sehr für die Empfindung dieses Eindrucks als für die Aufnahme und Fortpflanzung der Schallschwingungen bestimmt. Ist doch auch bei uns der äussere Gehörgang sehr empfindlich gegen jeden Luftzug. Bei vielen Fledermäusen (Phyllostoma, Megaderma, Rhinolophus u. s. w.) ist noch überdies die Nase mit häutigen Blättern besetzt, die der bewegten Luft widerstehen, und die Flughaut setzt der letztern ebenfalls eine groſse Fläche entgegen.

*) Transact. of the Linnean Society. Vol. XIV. p. 72.

Da bei dem Flug dieser Thiere die Luft, die sie vor sich her treiben, von jedem Körper, dem sie entgegenkommen, wider sie zurückgetrieben werden mufs, so folgt, und mit dieser Folgerung stimmen Rengger's Erfahrungen überein,*) dafs jene Organisation ihnen dient, ihren Flug zu lenken, und so lassen sich hieraus Spallanzani's Erfahrungen an Fledermäusen erklären, die geblendet und mit verstopften Ohren beim Fliegen im Finstern doch den, ihnen entgegenstehenden Gegenständen auswichen.

Vermittelst der Hautnerven empfinden alle Thiere, bei welchen diese Nerven nicht unter sehr harten Bedeckungen liegen, auch jeden andern mechanischen Eindruck. Die Empfindung ist jedoch nur subjectiv, wenn nicht die Haut, unter welcher sich die Nerven verbreiten, einem Theil angehört, wodurch ein willkührliches Wirken auf den Körper, der den Eindruck verursacht, möglich ist. Ein so organisirter Theil ist ein Tastorgan. Er kann aber als solcher auf verschiedene Art wirken. Die einfachste Weise des Tastens ist durch Sondiren. Die Fühlfäden vieler Zoophyten, Anneliden und Mollusken, die Fühlhörner und Palpen mehrerer Insecten, der nervenreiche Schnabel der Enten und mancher anderer Wasservögel, die Zunge der meisten Vögel sind Sonden. Sie sind als solche bei

---

*) „Blendet man eine Blattnase, und das nur indem man das „Zimmer hell beleuchtet oder ihr die Augen mit englischem Taffet „bedeckt, und schneidet ihr die Hautfortsätze auf der Nase und „die Ohren ab, so stöfst sie beim Herumfliegen nicht selten gegen „die Wände oder sonst gegen einen Gegenstand an.“ Rengger's Naturgeschichte der Säugthiere von Paraguay. S. 71.

den wirbellosen Thieren immer am Kopfe angebracht und erhalten ihre Nerven unmittelbur vom Hirnringe. Ihnen ähnliche Organe befinden sich zwar auch an andern Stellen, bei den Insecten überhaupt besonders am After, und bei denen Centrotusarten, die Fabricius unter die Abtheilung Thorace spinoso gebracht hat, in der Gestalt von sonderbaren, zum Theil mehrfach gespaltenen und am Ende mit einer Kugel besetzten Stielen am Thorax. *) Aber durch diese Theile ist entweder nur ein beschränktes, oder gar kein willkührliches Betasten möglich. Der Antennen sieht man vorzüglich die Ichneumoniden sich zum Sondiren bedienen. Die Pimpla Manifestator F. betastet mit ihren Fühlhörnern, die immerfort in Bewegung sind, die Oerter, wo sie Larven wittert, in denen sie ihre Eier absetzen kann. **)

Manche Gattungen der obigen Thiere können auch vermittelst dieser Tastwerkzeuge, indem dieselben der willkührlichen Ausstreckung und Zurückziehung fähig sind, die Entfernung der dadurch berührten Gegenstände von ihrem Körper messen und darnach, beim Erhaschen ihrer Beute durch einen Sprung, den hierzu nöthigen Kraftaufwand einrichten. Die Fühlhörner des Cerascopus marginatus, einer Wanzenart auf Madera, sind immer in langsamer Bewegung auf und nieder, und werden von dem Thier gebraucht, sowohl um

*) Man vergl. unter andern die Abbildungen dieser Organe von Centrotus Claviger und globularis in Stoll's Afbeeldingen en Beschryvingen der Cicaden en Wantzen. Pl. 21. F. 115. Pl. 28. F. 163.

**) Marsham, Transact. of the Linn. Society. Vol. III. p. 26.

die Beute zu betasten, als deren Abstand nach dem mehr oder weniger spitzen Winkel, den die Glieder dieser Organe bei Berührung der Beute mit einander machen, zu schätzen. Ohne diese vorläufige Messung unternimmt die Wanze keinen Fang eines andern, ihr noch so nahen Insects, ungeachtet sie neben den Fühlhörnern auch Augen besitzt. Sind ihr jene verstümmelt, so ist sie unfähig zum Fange und kömmt vor Hunger um.*)

In dieser Form von bloſsen Sonden sind aber die Tastwerkzeuge nur zur Erforschung der Gegenwart von Körpern überhaupt, der Härte, Weichheit und Entfernung derselben, nicht aber ihrer Gestalt und Schwere und der Beschaffenheit ihrer Oberfläche tauglich. Die Gestalt der Körper wird nur vermittelst Tastwerkzeuge empfunden, welche die Gegenstände ganz umfassen können und in allen Puncten empfindlich sind. Zu den unvollkommenen Organen solcher Art gehören: die Fangarme der Polypen und Sepien, der ganze Körper mancher Schlangen und die Winkelschwänze mancher Säugthiere. Indem diese Theile einen Körper umschlingen, ohne ihn bei der Berührung willkührlich drehen und wenden zu können, geben sie wohl von der Ausdehnung der umfaſsten Fläche, nicht aber von der Gestalt derselben eine bestimmte Empfindung. Auf ähnliche Weise wirken die weichen Ballen unter den Fuſssohlen mancher Insecten und die Blätter, woraus bei den Scarabäen das keulenförmige Ende der Fühlhörner besteht. Jener Ballen

*) C. Heineken, Zoolog. Journ. Vol. V. p. 35.

giebt es zwei unter jeder Fufssohle, z. B. bei Mellinus arvensis. Das Insect kann aber nur schmale Körper zwischen denselben fassen. Bei den Scarabäen machen die Blätter an dem Ende der Fühlhörner in ihrer Verbindung ein Tastwerkzeug aus, dessen Theile wie die Finger der menschlichen Hand geöffnet und geschlossen werden können. Zur Umfassung harter Körper sind sie nicht tauglich; wohl aber können weiche Substanzen von ihnen umfafst werden. Ganz geeignet zur genauen Bestimmung der Gestalt der Körper vermittelst des Tastens sind nur die Hände des Menschen und der Affen, und zwar mehr noch dadurch, dafs jeder Finger für sich und gegen die übrigen sehr mannichfaltiger Bewegungen fähig ist, als durch das feine Gefühl der Fingerspitzen. Dem Menschen stehen in Rücksicht auf dieses Tastvermögen die Affen am nächsten, und dann sind ihm darin diejenigen der übrigen Säugthiere und Vögelarten, die sich ihrer Füfse einigermaafsen als Hände bedienen können, besonders die Papageien, verwandt.

Der Mensch und diese Thiere sind durch die Structur ihrer Tastwerkzeuge zugleich in den Stand gesetzt, dieselben als Mittel zur Erforschung der Schwere der Körper zu gebrauchen. Bei allen übrigen gegliederten Thieren sind die Organe des Tastens hierzu nicht mit eingerichtet. Ihnen können für diesen Zweck nur ihre Beine nützen, die um so mehr zur Bestimmung des Unterschieds der Schwere leichterer Körper geeignet sind, wenn sie eine grofse Zahl von

Gelenken und lange Glieder haben. So verrathen die Spinnen in ihren langen, vielgliedrigen Beinen ein feines Gefühl für jene Eigenschaften der Körper, indem sie zuweilen, wenn es ihnen an einem untern Befestigungspunct ihres Netzes fehlt, dasselbe durch einen Stein gespannt erhalten, den sie an dem untern Faden in der Luft schweben lassen. *)

Zum Ausmitteln der Beschaffenheit der Oberfläche der Körper ist die Aussenseite aller, für diese Verrichtung eingerichteter Tastwerkzeuge mit Nervenwärzchen besetzt. Dem Besitz dieser Papillen an den nehmlichen Organen, die zu den andern Arten des Tastens aufs zweckmäfsigste gebauet sind, und der Zartheit seiner Oberhaut verdankt der Mensch die Vollkommenheit seines Tastsinns. Doch theilt er diese mit manchen Affen. Rengger**) erzählt von dem Cay (Cebus Azarae Reng.): dieser habe einen sehr scharfen Tastsinn, besonders in den Vorderhänden, der durch Erziehung und Uebung einer grofsen Vervollkommnung fähig sey; alte Cays hätten ihn, R., in der dunkelsten Nacht erkannt, so wie sie nur einen Augenblick sein Gesicht oder seine gewöhnliche Kleidung betastet hätten. Hiernach steht dieser Affe in der Schärfe jenes Sinns wo nicht höher, doch nicht niedriger als der Mensch. Bei den übrigen Wirbelthieren haben manche andere Theile wohl eben so zahlreiche Nervenwärzchen unter

---

*) E. H. Weber in Meckel's Archiv für Anat. und Physiol. 1827. S. 209.

**) A. a. O. S. 45.

einer, ebenfalls dünnen Oberhaut wie die Finger des Menschen. Da sie aber auch bei diesem in Menge und von grofser Empfindlichkeit an Theilen zugegen sind, die mehr subjective als objective Empfindungen verschaffen, z. B. an den Lippen und an der Eichel des männlichen Gliedes, so ist aus ihrer blofsen Gegenwart nur auf ein feines Gefühl, nicht auf einen scharfen Tastsinn zu schliessen. Hingegen läfst sich annehmen, dafs da, wo sie fehlen, das Vermögen, die Beschaffenheit der Oberfläche der Körper durch Tasten zu erfoschen, sehr beschränkt seyn, oder auch ganz fehlen mufs. Sie sind aber nicht bei den Insecten vorhanden, denen also diese Art des Tastsinns abgeht.

Viele Wirbelthiere haben auch auf der Zunge, dem Gaumen und andern Theilen der Mundhöhle Nervenwärzchen, die zwar ebenfalls gegen mechanische Eindrücke, doch zum Theil als Geschmacksorgane vorzüglich gegen die chemische Einwirkung der Materien, wovon sie berührt werden, empfindlich sind. Keine Aeusserungen der Wirbelthiere lassen vermuthen, dafs bei ihnen die Papillen der äussern Haut Empfänglichkeit für Einwirkungen dieser Art besitzen. Nässe macht auf die äussere Haut Eindruck. Diese wirkt aber auch ohne Vermittelung von Papillen auf die Hautnerven. Bei den wirbellosen Thieren deuten dagegen einige Erscheinungen darauf hin, dafs ihre äussere Haut auch ein Sinnesorgan für den chemischen Einflufs äusserer Materien und ihr Tastsinn zugleich Geschmack- und Geruchsinn ist. Die Nacktschnecken

ziehen ihre Fühlhörner ein, wenn man diesen stark riechende Sachen, z. B. Campher, nähert, und die Hydern strecken ihre Fühlfäden nur nach Dingen aus, die ihnen zur Nahrung dienen können und die nicht durch eine Scheidewand von ihnen getrennt sind.*) Vielleicht sind die Papillen auf der Haut der Schnecken und die Kügelchen auf den Fangarmen der Hydern die Organe des Gefühls für diese chemischen Eindrücke.

---

*) Biologie. B. 6. S. 188. 191. 192.

Das Gesicht.

Nächst dem Getast ist der am allgemeinsten im Thierreiche verbreitete Sinn der des Gesichts. Schon auf manchen Infusorien, unter andern den Cercarien, findet man schwartze Puncte, die das Ansehn von Augen haben.*) Auch bei einem Eingeweidewurm, dem Polystoma integerrimum, sind von einem scharfsichtigen Beobachter Augen angenommen.**) Ueber das Sehevermögen dieser Wesen wird indeſs schwerlich Gewiſsheit zu erhalten seyn. Zuverläſsiger ist es, daſs die schwartzen Puncte auf der obern Seite des vordern Endes der Hirudo medicinalis die anatomischen Kennzeichen wirklicher Augen haben.***) Bei einigen Versuchen mit diesen Würmern schienen sie zwar kein Sehevermögen zu verrathen.†) Nach andern Erfahrungen aber benehmen sie sich unter gewissen Umständen allerdings als sehend.††) Die Augen der Hirudo vulgaris zeigten sich mir als wirkliche, halbkugelförmige Hervorragungen. Die ganze Hornhaut aber hat hinter sich ein schwartzes Pigment. Vielleicht dienen sie diesem Thier mehr zur Empfindung der wärmenden Kraft der Sonnenstrahlen als zum Sehen. Es sind übrigens noch bei mehrern andern Anneliden ausser

---

*) Biologie. B. 6. S. 430. Von Baer in den Verhandl. der Kaiserl. Acad. der Naturf. B. 13. Abth. 2. S. 657.

**) Von Baer a. a. O.

***) E. H. Weber a. a. O. S. 301.

†) Biologie. B. 6. S. 430.

††) Eichhorn's Beiträge zur Naturgesch. der kleinsten Wasserthiere. S. 63. Johnson im Journ. of Science. Vol. XXII. p. 42.

den Egeln, besonders den Nereiden und Aphroditen, unzubezweifelnde Augen vorhanden.*).

Es giebt ferner ganz ausgebildete Augen bei sehr vielen, auf dem Bauche kriechenden Mollusken und den Sepien. Jene tragen dieselben entweder an der Spitze, oder in der Mitte, oder an der Basis der Fühlfäden.**) Wenn man bei Versuchen mit Schnecken entweder gar keine Aeusserungen von Gesichtsempfindungen,***) oder nur das Vermögen, Licht und Finsternifs zu unterscheiden,†) an ihnen wahrnahm, so rührte dies entweder davon her, weil sie nach der Structur ihrer Augen nur microscopische Gegenstände damit sehen können, oder vielleicht auch davon, dafs in der irrigen Voraussetzung, alle Nacktschnecken (Limax L.) hätten ebenfalls Augen, die Versuche an augenlosen Arten dieser Gattung angestellt wurden. Lister††) machte dagegen die Erfahrung, dafs Schnecken, deren Art er indefs nicht angiebt, wenn sie frisch gefangen und lebhaft waren, schon vor dem Schatten eines Strohhalms, den er gegen ihre Fühlfäden hielt, diese zurückzogen.

---

*) Im 6ten Bande der Biologie, S. 430, habe ich als Beispiele Ranzani's Phyllodoce maxillosa und Otto's Aphrodite heptacera angeführt. Es gehören aber auch dahin viele, von O. F. Müller (Von Würmern. S. 122. 141. 147 u. s. w.) und O. Fabricius (Fauna Groenl. p. 293. 295. 296 etc.) beschriebene Nereiden und Aphroditen.

**) Adanson Hist. nat. du Sénégal. Coquill. p. XLVII. LXXXII.

***) Swammerdamm Bibl. nat. p. 107.

†) Mielzynsky in den Annalen der allgem. schweizerischen Gesellsch. f. d. gesammten Naturwissensch. herausg. von Meisner. B. 1. H. 1. S. 24.

††) Exercitat. anat. altera. p. 4.

Wahre Augen besitzen auch die Crustaceen und alle geflügelte Insecten im ausgebildeten Zustande. Hook's und Réaumur's Versuche beweisen, dafs diese Augen wirklich Sehewerkzeuge sind. Bienen, die der Letztere durch Bestreichen ihrer zusammengesetzten Augen geblendet hatte, blieben entweder ruhig sitzen, während andere, nicht geblendete, davon flogen, oder irrten ohne bestimmte Richtung umher. Wurden sie in die Höhe geworfen, so flogen sie immer weiter in die Höhe, bis sie dem Auge des Beobachters verschwanden. Ein ähnliches Bestreichen der einfachen Augen hatte den Erfolg, dafs die Bienen ihren Korb nicht wiederfinden konnten, wenn sie sich auch nur einige Schritte davon befanden. Die auf diese Weise geblendeten flogen aber nicht so in die Höhe wie die, denen die zusammengesetzten Augen bestrichen waren.*)

Dafs endlich unter den Wirbelthieren nur wenigen Gattungen der Säugthiere, Amphibien und Fische, aber keinem Vogel, der Gesichtsinn fehlt, ist allgemein bekannt.

Bedingungen des Sehens im Allgemeinen sind: eine für den Einflufs des Lichts empfängliche Nervenhaut und eine durchsichtige äussere Bedeckung derselben. Eine solche Haut ist bei allen Thieren die Ausbreitung eines Hirnnerven, und bei allen, deren Auge nicht sehr unentwickelt ist, eines eigenen Hirnnerven, der keine Zweige an sonstige Theile abgiebt. Bei jenen Bedingungen ist aber blos Unterscheidung von Licht und Finsternifs möglich, wenn die äussere

*) Réaumur Mém. pour servir à l'Hist. des Ins. T. V. p. 289

Bedeckung keine weitere Eigenschaften als die der Durchsichtigkeit hat. Damit ein Gegenstand wirklich gesehen werde, mufs von jedem Punct desselben ein Strahl auf einen Punct der Netzhaut fallen, und die getroffenen Puncte müssen gegen einander die nehmliche Lage haben wie die ihnen entsprechenden des Gegenstandes. Dies kann auf eine doppelte Art geschehen. Es kann entweder die durchsichtige Bedeckung der Netzhaut so gestaltet seyn, dafs vermittelst derselben durch Brechung der Lichtstrahlen ein Bild des Gegenstandes auf der Netzhaut, wie vermittelst einer Linse auf dem Hintergrund der Camera obscura, erzeugt wird; oder die Netzhaut kann die Strahlen des Gegenstandes wie ein Spiegel auffassen, doch mit der Einschränkung, dafs, vermöge einer gewissen Einrichtung der durchsichtigen Bedeckung, von jedem Punct des Gegenstandes nur ein einziger Strahl zu dem, ihm am nächsten liegenden Punct der Netzhaut gelanget. Die erste Art habe ich die dioptrische, die zweite die catoptrische genannt.*) Jene ist die allgemeinere im Thierreiche. Es sehen nach derselben alle Wirbelthiere und alle wirbellose Thiere, mit Ausnahme der mehresten Crustaceen und der geflügelten Insecten im vollkommenen Zustande, doch auch diese durch ihre einfachen Augen. Das catoptrische Sehen geschieht blos durch die zusammengesetzten Augen der Crustaceen und Insecten. Indefs sind auch hierbei durchgängig dioptrische Hülfsmittel angebracht.

---

*) Biologie. B. 6. S. 429. 443.

Zum dioptrischen Sehen bedarf es einer Linse, die eine solche Gestalt und eine so starke strahlenbrechende Kraft hat, dafs sich hinter ihr die gebrochenen Strahlen nicht in einem zu weiten Abstand vereinigen; einer Netzhaut, deren auswendige Fläche so gekrümmt ist, dafs alle, aus einer gewissen Entfernung von verschiedenen Puncten kommende Strahlenbüschel nach deren Brechung auf ihr wieder convergiren, und einer Einfassung der Linse mit einem Gürtel von einem dunkeln Pigment, um die, schief auf den Rand der Linse fallenden Strahlen, die nicht zur Netzhaut gelangen und dem Sehen hinderlich werden würden, zu absorbiren. Aus diesen Stücken bestehen die dioptrischen Augen der wirbellosen Thiere. Sie sind oft blos eine halbkugel- oder becherförmige, hohle Erweiterung des vordern Endes des Sehenerven, in deren, mit einem Gürtel von dunkelm Pigment umgebenen Höhlung eine Linse eingefügt ist. Bei manchen Insecten liegt die Linse hinter einem durchsichtigen Fortsatz der Oberhaut, der aber so dünne ist, dafs er auf die Strahlenbrechung keinen Einflufs haben kann. Bei andern ist sie unbedeckt. Zwischen ihr und der Netzhaut giebt es wohl immer einigen, doch nicht immer wahrnehmbaren Zwischenraum, der oft blos mit einer wässerigen Flüssigkeit ausgefüllt seyn kann, zuweilen aber eine in Weingeist erhärtende, durchsichtige Materie enthält, welche zur Verkürzung des Weges der Strahlen von der hintern Fläche der Linse zur Netzhaut dient und dem Glaskörper der Wirbelthiere zu vergleichen ist.

An den zusammengesetzten Augen der Insecten und Crustaceen, auf deren Netzhaut sich, wenn dieselbe glänzend wäre, von jedem Gegenstande des Gesichts ein einziges Bild darstellen würde, ist, um diese Darstellung möglich zu machen, jene Haut nach aussen gewölbt und mit einer durchsichtigen Platte (Hornhaut) von gleicher Wölbung bedeckt, die aus einer grofsen Menge sehr kleiner Abtheilungen mit undurchsichtigen Rändern besteht. Wenn das Object dieser Platte nicht zu nahe ist, so gelangt von jedem Theil der ihr zugekehrten Fläche desselben, welcher das nehmliche Verhältnifs zu dieser ganzen Fläche wie jede Abtheilung zur ganzen durchsichtigen Platte hat, zu der Abtheilung, die demselben am nächsten ist, und weiter zur Netzhaut ein Büschel paralleler Strahlen. Die von den übrigen Theilen kommenden Strahlen fallen auf diese Abtheilung in schiefer Richtung und stofsen auf die undurchsichtigen Ränder derselben, ohne zur Netzhaut zu gelangen.

Die Wirkung der blofsen Ränder auf die schiefen Strahlen kann indefs nur unvollständig seyn. Um diese ganz von der Netzhaut abzuhalten, sind verschiedene Einrichtungen von der Natur angebracht. Bei den beiden anomalen Insectengattungen Stylops und Xenos erheben sich die sechseckigen Ränder der Abtheilungen der zusammengesetzten Augen über diese hinaus als hervorragende Scheidewände.*) Jede Abtheilung be-

*) Kirby, Transact. of the Linn. Society. Vol. XI. p. 102.

findet sich also in dem Hintergrund eines kurzen und engen Tubus, der nur Strahlen durchlassen kann, die senkrecht auf die Abtheilung gerichtet sind. Diese Organisation ist aber nur den beiden erwähnten Gattungen eigen. Bei den Bienen und den Tagschmetterlingen halten lange, grade Haare, die hin und wieder senkrecht zwischen den Abtheilungen stehen, einigermaafsen, doch nur unvollkommen, die schiefen Strahlen ab. Mehr ist der obige Zweck durch folgende Einrichtung erreicht. Der Sehenerve theilt sich vor seinem Eintritt in das innere Auge in Fasern. Diese vereinigen sich zu Bündeln, und aus den Bündeln entspringen eben so viele cylindrische, nach aussen verschmälerte und sich zugespitzt endigende Fäden als es Abtheilungen der Hornhaut giebt. Die Fäden dringen divergirend durch eine, auf ihrer vordern Fläche mit einem dicken, undurchsichtigen Pigment bedeckte Siebplatte und erhalten beim Durchgang durch dieselbe eine zarte, häutige Scheide, einen Fortsatz der Hirnhaut. Ihre äussern Enden gehen zur Mitte der hintern Fläche der Abtheilungen, und werden auf diesem Wege wieder von einem zweiten undurchsichtigen Pigment umgeben, welches alle schiefe Strahlen vollkommen absorbirt. Sie entstehen meist aus den vordern Enden der Bündel des Sehenerven durch Theilung derselben. Bei Aeshna forcipata aber fand ich diesen Nerven in mehrere, ziemlich grofse Zweige getheilt, die parallel mit einander auf der hintern Fläche der Siebplatte verlaufen, und aus welchen seitwärts die Fäden für die Abtheilungen hervorgehen. Das unter der Hornhaut liegende

Pigment bildet, durchflochten mit vielen Luftröhren, eine filzartige Substanz, die bei manchen Insecten hinter dem Mittelpunct jeder Abtheilung eine runde Oeffnung, wie eine Pupille, zum Durchlassen des Lichts hat, doch auch an den Spitzen der Sehenervenfäden nicht ganz fehlt, nur hier sehr verdünnt ist. Bei einigen Arten hat dieses schwartze oder dunkelbraune Pigment unter der ganzen Hornhaut, wie bei Papilio rhamni, oder auch nur unter einem Theil derselben, wie bei Aeshna forcipata, noch einen andern, dünneren Ueberzug, der in der Farbe von jenem verschieden und ebenfalls in der Mitte jeder Abtheilung der Hornhaut durhbohrt ist.

In den meisten zusammengesetzten Augen ist mit dieser catoptrischen Construction noch eine dioptrische verbunden. Jede Abtheilung der Hornhaut ist eine Linse, wodurch die, parallel mit der Axe der Abtheilung auffallenden Lichtstrahlen auf der Spitze des zu ihr gehörigen Sehenervenfaden concentrirt werden und stärker darauf wirken, als sie unvereinigt darauf wirken würden. Bei vielen Insecten giebt es auch vor dem vordern, gleich unter der Hornhaut liegenden Pigment, zwischen den Abtheilungen der letztern und den Spitzen der Sehenervenfäden, noch eine durchsichtige Materie, die in Weingeist hart wird, ohne ihre Durchsichtigkeit zu verliehren, und aus kleinen, hinten zugespitzten Cylindern (Glaskörpern) besteht, die mit dem breiten Ende an die hintere Fläche der Hornhaut, mit dem spitzen an das äussere Ende der Sehenervenfäden stofsen.

J. Müller*) hat das Verdienst, diese Körper weiter, als vor ihm geschehen war, verfolgt zu haben. Sie sind aber weniger allgemein als er glaubt, und fehlen sogar oft in Einer und derselben Gattung einer Art, während eine andere sie besitzt. Ich fand sie bei Sphinx ligustri, wo sie vorzüglich grofs sind, bei Papilio Jo, Papilio Atalanta, Apis mellifica, Blatta orientalis und mehrern Käfern; hingegen nicht bei Papilio rhamni, Vespa Crabro, Musca carnaria, Syrphus nemorum, Tabanus bovinus, Libellula 4maculata und Aeshna forcipata. Ihr Zweck kann nur seyn, den Weg der concentrirten Strahlen von den Abtheilungen der Hornhaut bis zu den äussern Enden der Sehenervenfäden da abzukürzen, wo das Licht durch diese Abtheilungen nur schwach gebrochen wird und die gebrochenen Strahlen einen sehr langen Kegel bilden. Sie müssen daher mit dem Grade des Brechungsvermögens der Abtheilungen in Beziehung stehen. Wichtig für die Theorie des Sehens durch die zusammengesetzten Augen ist der Umstand, dafs die äussern, zugespitzten Enden der Sehenervenfäden sich nur in einem sehr kleinen Punct mit den hintern, ebenfalls sehr schmalen Enden der Glaskörper verbinden. Es folgt hieraus, dafs jeder Sehenervenfaden blos von den concentrirten Lichtstrahlen, die parallel mit der Axe der zu ihm gehörigen Abtheilung der Hornhaut auf deren Oberfläche fallen, und nur in einem einzigen Punct getroffen wird.

---

*) Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinns. S. 343. Meckel's Archiv f. Anatomie und Physiologie. 1829. S. 45.

Die einfachen Augen aller articulirten wirbellosen Thiere sind so klein und haben durchgängig eine so convexe Linse, dafs sie nur zum Sehen sehr naher Gegenstände in einem kleinen Bezirk dienen können. Für entferntere Objecte und einen weitern Gesichtskreis sind die zusammengesetzten Augen bestimmt, die dagegen beim Nahesehen keine Anwendung finden. Bei dieser Zerstückelung haben die Sehewerkzeuge der wirbellosen Thiere wenig Vollkommenheit. Durch die zusammengesetzten Augen müssen nahe Gegenstände wie hinter einem Gitter erscheinen. Auf eine bedeutende Entfernung können aber diese Organe auch nicht wirken, weil jeder Faden des Sehenerven nur von einem sehr dünnen Strahlenbüschel getroffen wird, der, wenn er von einem fernen Object kömmt, nicht mehr kräftig genug ist, den Faden hinreichend zu rühren, und weil die, von den Theilen eines fernen Gegenstandes kommenden Strahlenbüschel nicht mehr in dem Grade divergiren, dafs zu jedem einzelnen Sehenervenfaden nur ein einziger Büschel gelanget. Es zeigen in der That auch keine Aeusserungen der Insecten und Crustaceen, dafs sie ein Object in gröfserer Weite als höchstens von 15 Fufs erblicken.*) Bei vielen kann dieser Abstand kaum einige Fufs betragen. Die einfachen Augen können wohl in einer gewissen Entfernung eine sehr deutliche Wahrnehmung gewähren. Allein bei der Kleinheit ihres Wirkungskreises ist doch die Anwendung jedes einzelnen Auges sehr beschränkt.

---

*) Biologie. B. 6. S. 442.

Die Zahl derselben ist zwar dagegen bei manchen ungeflügelten Insecten sehr grofs. Aber es ist schwer einzusehen, warum sie z. B. bei den Asseln in grofser Menge dicht neben einander liegen, statt auf dem ganzen Kopfe vertheilt zu seyn. Ueberhaupt hat die Function dieser Organe viel Räthselhaftes. Es ist begreiflich, wie die drei derselben, welche die Hymenopteren und Dipteren besitzen, diesen Thieren in den Röhren der Blumen und an andern Orten, wo sie ihre Nahrung finden, von Wichtigkeit seyn können. Aber es ist nicht leicht zu erklären, warum sie grade auf dem Gipfel des Kopfs angebracht sind und nicht näher den Frefswerkzeugen, mit deren Verrichtung die ihrige doch zunächst in Beziehung steht.

Die Hauptursache der Unvollkommenheit dieser Organe ist ihre Unbeweglichkeit. Mit dem einfachen Auge kann das Thier nur den einzigen Punct deutlich sehen, der in der Axe der Linse liegt, wenn diese nicht eine vollkommene sphärische Gestalt hat. Ist sie aber eine Kugel, so mufs sie unverhältnifsmäfsig grofs seyn, um für nicht ganz nahe Objecte zu passen. Sie hat in der That diese Form bei den wirbellosen Thieren. Aber eben darum ist sie auch immer sehr klein und nur zum Sehen in der Nähe brauchbar. Die zusammengesetzten Augen wirken zwar ohne Beweglichkeit auf eine gröfsere Weite. Allein durch sie können, wie gesagt, sich keine Bilder mit sehr scharfen Umrissen darstellen. Alle Wirbelthiere mit ausgebildeten Gesichtswerkzeugen haben dagegen bewegliche Augen und sind hierdurch in den Stand gesetzt, nicht nur ein weites

Gesichtsfeld zu überschauen, sondern auch mit einer nur kleinen Linse ferne Objecte deutlich zu sehen. Diese braucht bei der Beweglichkeit des Auges nicht sphärisch zu seyn, um ohne Mitwirkung des ganzen Theils, an welchem das letztere befestigt ist, von allen Gegenständen des Gesichtsfelds schärfere Eindrücke zum innern Auge gelangen zu lassen. Hierbei ist zwar ein genaueres Sehen nur in der Axe der Linse möglich, und diese mufs sich nach allen Puncten des Gesichtsfelds wenden, wenn jeder Theil desselben näher betrachtet werden soll. Aber die einfachen Augen der wirbellosen Thiere mit ihren kugelförmigen Linsen gewähren in dieser Hinsicht keinen gröfsern Vortheil, da von mehrern verschiedenen Eindrücken doch immer nur Einer deutlich empfunden wird.

Zum Behuf dieser Beweglichkeit des Auges ist dasselbe bei allen Wirbelthieren eine, mit den umliegenden Theilen nur lose zusammenhängende, von einer fibrösen, elastischen Haut, der Sclerotica, gebildete Kapsel, die vorne von der durchsichtigen Hornhaut, im Hintergrunde von der Ausbreitung des Sehenerven, der Netzhaut, und hinter dieser von einer Gefäfshaut, der Choroidea, bedeckt ist, zwischen der Hornhaut und Netzhaut eine wässerige Flüssigkeit, eine Linse und einen Glaskörper hat, und in der Regel von vier graden und zwei schiefen Muskeln bewegt wird. Vermittelst der graden Muskeln wird die Axe des Auges nach allen Seiten gerichtet. Die beiden schiefen ertheilen derselben, wenn sie das ganze Gesichtsfeld schnell zu durchlaufen hat, eine rotirende Bewegung.

Weniger allgemein ist ein Muskel (M. bulbosus), wodurch bei einigen Wirbelthieren der Augapfel zurückgezogen wird. Etwas Aehnliches von diesen Muskeln giebt es nicht bei den wirbellosen Thieren. Das Auge derer Schneckenarten, bei welchen sich dasselbe an den Spitzen beweglicher Fühlhörner befindet, hat zwar vermittelst dieser eine Beweglichkeit nach allen Seiten, aber nur vermittelst dieser, nicht durch eigene Muskeln. Die Insecten können das ihrige blos vermittelst des ganzen Kopfs nach verschiedenen Seiten wenden. Die Daphnien haben, nach Straus, vier Muskeln an jedem Auge.*) Dieses wird aber dadurch blos zurückgezogen.

Mit diesem Vorzug sind dem Auge der Wirbelthiere noch andere Vollkommenheiten gegeben, welche dem der niedern Thiere abgehen. Das letztere kann nur bei einem bestimmten Grade des Lichts wirken. Die am Tageslichte schwärmenden Insecten sehen nicht im Dämmerlichte, und umgekehrt die, welche bei schwachem Licht in Thätigkeit sind, gar nicht oder nur schwach bei Tage. Den Wirbelthieren ist die, nach dem verschiedenen Grade des Lichts der Zusammenziehung und Ausdehnung fähige Iris das Organ, wodurch ihr Auge diesem Grade angepafst wird. Die Beweglichkeit derselben richtet sich nach dem Medium, worin die Thiere leben, und nach der Stufe der Organisation, worauf diese stehen. Sie ist gering oder gar nicht vorhanden bei den Fischen, deren Medium immer weit schwächer als die Luft erhellet ist, am

*) Biologie. B. 6. S. 433.

gröſsten bei den Säugthieren und Vögeln. Zum Behuf derselben besitzt das Auge ausser dem eigentlichen Sehenerven die, zur Iris gehenden Ciliarnerven, die jedoch nicht unmittelbar von dem Einfluſs des Lichts auf die Iris, sondern durch die Einwirkung desselben auf die Netzhaut, mit welcher andere, die Schlagadern dieser Haut begleitende Zweige jener Nerven verbunden sind, aufgeregt werden.*)

Den höhern Wirbelthieren geben die beweglichen Augenlider noch ein anderes Mittel, die Wirkung des Lichts auf das Auge ganz abzuhalten. Im Ganzen stimmt die Ausbildung und Beweglichkeit dieser Organe mit denen der Iris überein. Sie fehlen in der Regel ganz den Fischen, erscheinen erst bei den Amphibien und finden sich bei allen Vögeln und Säugthieren. Doch sind sie bei den Cetaceen weniger ausgebildet als bei den übrigen Säugthieren, obgleich dieselben eine ähnliche bewegliche Iris wie die letztern besitzen. Der Haupttheil dieser Organe ist immer ein ringförmiger Muskel. Es kömmt hierzu ein aufhebender Muskel des obern Augenlids bei denen Säugthieren, deren Augapfel nicht sehr hervorliegt, und auch noch ein aufhebender Muskel des untern Augenlids bei den Vögeln und den höhern Amphibien, die einen sehr hervorragenden Augapfel haben. Alle, mit diesen beweglichen Augenlidern versehene Thiere besitzen dabei Thränendrüsen, die eine Flüssigkeit absondern, wodurch die Reibung der Augenlider gegen den Augapfel ver-

*) Tiedemann in der Zeitschrift f. Physiol. B. 1. S. 253.

mindert wird.*) Eine andere Function als diese eigentlichen Augenlider hat übrigens die Nickhaut, von welcher unten die Rede seyn wird.

Indem die höhern Wirbelthiere eine bewegliche Iris erhielten, wurde es dadurch zugleich für sie möglich, in den Besitz des Vermögens zu gelangen, einen und denselben Gegenstand innerhalb einer gewissen Seheweite mit gleicher Deutlichkeit zu sehen.**) Hätte ihr Auge blos die Einrichtung der Camera obscura, und wäre es für die Ferne gebauet, so würden die Strahlen näherer Objecte sich erst hinter der Netzhaut vereinigen und solche Gegenstände nur sehr unvollkommen gesehen werden. Umgekehrt würde dabei kein deutliches Sehen fernerer Objecte statt finden können, wenn das Auge blos für die Nähe gebildet wäre. Verschiedenen Entfernungen ist dasselbe dadurch angepafst, dafs der Crystallkörper aus concentrischen Schichten besteht, deren Dichtigkeit nach seiner Mitte zunimmt, und dafs ausser der Menge und Stärke des die Netzhaut treffenden Lichts auch die Entfernung der Gegenstände auf die Weite der Pupille Einflufs hat. Vermöge jenem Bau der Linse gehen die Strahlen durch dieselbe in krummen Linien, von denen die, welche keinen zu grofsen Winkel mit der Augenaxe machen, sich, wenn sie auch aus sehr verschiedenen Entfernungen kommen, in einerlei Punct vereinigen.

*) Biologie. B. 6. S. 552.

**) Wegen der Beweise für die folgenden, das Sehen betreffenden Lehren werde ich auf das erste Heft meiner Beiträge zur Anat. und Physiol. der Sinneswerkzeuge verweisen dürfen.

Die Gröfse dieses Winkels hängt von der Entfernung des Objects ab, und die Pupille erweitert sich beim Sehen entfernter und verengert sich beim Sehen naher Gegenstände. Da die Fische, wegen der geringern Durchsichtigkeit ihres Elements, blos nahe Gegenstände deutlich wahrnehmen können, so war für sie keine bewegliche Iris in Beziehung auf die Deutlichkeit des Sehens nothwendig. Sie besitzen aber doch, wie die höhern Wirbelthiere, eine aus einem härtern Kern und einer weichern Schaale bestehende Linse, weil ohne eine solche selbst für eine geringe Entfernung des Objects keine Schärfe der Darstellung auf der Netzhaut möglich ist. Es verhält sich mit der Vereinigung der, durch die Linse gebrochenen Strahlen anders im Auge als in der Camera obscura. In diesem gelangen die, von Einem Punct ausgehenden Strahlen aus der Luft in die Linse und aus dieser wieder in die Luft, und vereinigen sich deswegen in einem viel weitern Abstand von der Linse wieder zu Einem Punct als im Auge, worin sie aus der Linse durch ein Medium, das weit dichter ist als die Luft, durch den Glaskörper, zur Retina kommen. Wegen dieser Nähe des, die Strahlen auffangenden Hintergrunds können, wenn die, von einem Punct in der Augenaxe ausfahrenden Strahlen auf der Netzhaut zusammentreten, die, welche von Puncten ausserhalb der Augenaxe ausgehen, nur bei einer, vom Mittelpunct zum Umfange abnehmenden Dichtigkeit der Linse sich ebenfalls auf der Netzhaut vereinigen. Durch die blättrige Textur der Linse werden aber auch noch die Stöhrungen

gehoben, die das Sehen von der Diffraction der Strahlen durch den Rand der Pupille erleiden könnte, so wie durch die sphärische Gestalt der Hornhaut und durch die, sich sowohl nach dem Grade der Erleuchtung als nach der verschiedenen Entfernung der Gegenstände richtende Beweglichkeit der Iris die, welche sonst die Abweichung der Strahlen wegen der kugelförmigen Gestalt der Linse zur Folge haben würde.

Man hat geglaubt, es gebe ein Vermögen des innern Auges, sich nach der verschiedenen Entfernung der Gegenstände einzurichten, und es sind über die Art, wie die Accommodation bewirkt werde, viele Vermuthungen geäussert worden. Nach dem eben Gesagten bedarf es der Voraussetzung eines solchen Vermögens weiter nicht, da das Auge schon durch die Zusammensetzung der Linse aus Schichten von verschiedener Dichtigkeit in Verbindung mit einer Pupille, die sich nach der verschiedenen Entfernung der Gegenstände verengert und erweitert, für das Nahe- und Fernsehen eingerichtet ist. Die Veränderungen im innern Auge, die man zum Behuf der angeblichen Accommodation angenommen hat, entsprechen insgesammt ihrem Zwecke nicht. Sie bestehen in veränderten Krümmungen der Hornhaut oder der Linse, oder in einer Veränderung des Abstands der Linse von der Hornhaut und der Netzhaut. Daraus läfst sich zwar erklären, wie ein Punct, der in der Augenaxe liegt, bei verschiedenen Entfernungen desselben vom Auge sich mit gleicher Deutlichkeit auf der Netzhaut abbilden kann. Zum deutlichen Sehen

wirklicher Gegenstände kömmt es aber auch auf scharfe Umrisse dessen an, was nicht in der Augenaxe selber, sondern in deren Nähe liegt, und für dieses mufs durch die vorausgesetzten Veränderungen des Auges die Deutlichkeit der Darstellung mehr vermindert als befördert werden, wenn nicht dabei auch Veränderungen der Krümmung des Hintergrundes eintreten, auf welchem die gebrochenen Strahlen zusammentreffen. Bei keinem der Mittel, wovon man angenommen hat, dafs sie die Accommodation bewirken, läfst sich aber nachweisen, dafs sie die Krümmung dieses Hintergrundes so verändern, wie dieselbe den hypothetischen Veränderungen der brechenden Theile des Auges gemäfs abgeändert werden müfste. Ueberdies sind, wie ich im 6. Bande der Biologie (S. 496 fg.) gezeigt habe, jene Mittel nicht einmal zur Bewirkung dieser letztern Veränderungen geeignet.

Ein Gegenstand wird deutlich gesehen, wenn er sich mit bestimmten Umrissen darstellt. Zu dieser Deutlichkeit des Sehens bei verschiedenen Entfernungen des Objects bedarf es eines bestimmten Verhältnisses der strahlenbrechenden Kräfte des Auges gegen einander; einer Krümmung des Hintergrundes des Auges, welche diesem Verhältnifs genau entspricht, und einer demselben angemessenen Reizbarkeit sowohl der Netzhaut als der Iris. Findet unter diesen Momenten nicht die gehörige Harmonie statt, so kann es geschehen, dafs das Sehen blos für eine einzelne Entfernung deutlich, für jede andere aber nicht ist. Beim deutlichen Wahrnehmen der Gegenstände kömmt es auch

noch auf einen andern wichtigen Punct an, den man bei der Frage nach einem Einrichtungsvermögen des Auges nicht gehörig berücksichtigt hat, auf das Vermögen, die Reizbarkeit der Netzhaut willkührlich für einen gewissen Eindruck durch Aufmerken zu erhöhen. Da die Strahlenbüschel von entfernten Puncten bei ihrem Durchgang durch die Luft mehr an Stärke verliehren als die von nahen, so können sie, wenn sie sich auch eben so genau als die letztern auf der Netzhaut vereinigen, doch absolut nie so kräftig als diese auf die Sehkraft wirken, und es mufs für ihren Eindruck die Reizbarkeit der Netzhaut erhöhet werden, wenn derselbe relativ dem absoluten der Strahlen von nähern Objecten gleichkommen soll. Dieses Wirken der Seele auf die Netzhaut ist zugleich die Ursache der Zusammenziehung und Erweiterung der Iris beim Ferne- und Nahesehen. Man kann vermittelst desselben Bewegungen der Iris hervorbringen, die den Schein willkührlicher haben, doch in der That nur mittelbare Folgen einer Thätigkeit des Willens sind.*)

Obgleich es aber keine innere Veränderungen des Auges beim Ferne- und Nahesehen ausser den Bewegungen der Iris giebt, so besitzen doch viele Thiere ein äusseres Mittel zum deutlichern Sehen in der Nähe

*) Mit den obigen Sätzen glaube ich die Erinnerungen beantwortet zu haben, die von Muncke in seiner Beurtheilnng des 1ten Hefts meiner Beitr. zur Anat. u. Physiol. der Sinneswerkz. in den Heidelberger Jahrbüchern der Litteratur (1830, Nro. 15—17), der einzigen, mir bekannt gewordenen Anzeige dieses Werks, die für mich belehrend war, gegen meine Meinung vom Nahe- und Fernesehen gemacht sind.

oder Ferne an der Nickhaut. Diese durchsichtige Haut, die nach den Umständen über die Hornhaut ausgebreitet und wieder zurückgezogen werden kann, ist den vierfüfsigen Säugthieren, den Vögeln und den mehresten Amphibien eigen. Der Mensch hat nur ein Rudiment davon, und bei den Affen ist sie zwar zugegen, doch weniger ausgebildet als bei den vierfüfsigen Säugthieren. Sie stellt ein Dreieck vor, wovon die Spitze und der eine Schenkel mit der Sclerotica und der Hornhaut auf der Seite des innern Augenwinkels zusammenhängt, die Basis dem äussern Augenwinkel zugewendet ist, und der andere, nach unten gekehrte Schenkel neben der Spitze des Winkels, den er mit der Basis macht, einen Muskel hat, bei dessen Zusammenziehung die Haut sich über das Auge ausbreitet. Dieser Muskel entspringt bei den Säugthieren aus dem Grund der Augenhöhle und ist ohne eine sonstige Vorrichtung nur durch eine kurze Sehne mit der Nickhaut verbunden. Bei einigen Thieren giebt er Fasern an das untere Augenlid ab,*) wodurch dieses, wenn er sich verkürzt und die Nickhaut sich ausbreitet, herabgezogen wird. Einen gröfsern Apparat zur Bewegung der letztern haben die Vögel. Jener Muskel der Säugthiere, der pyramidenförmige, entspringt bei ihnen am Augapfel, rings um die Insertion des Sehenerven, und hat eine lange, saitenförmige Sehne, die durch eine Scheide und dann durch eine in der Sclerotica befindliche Rinne zum untern Rand

*) So beim Elephant nach Blainville (Principes d'Anat. comp. T. I. p. 394.)

der Nickhaut läuft. Die Scheide befindet sich an dem einen, breiten Rande eines andern Muskels, des quadratförmigen, der zugleich mit dem vorigen sich zusammenzieht und die Sehne desselben in immer gleicher Lage erhält. Bei den Säugthieren besteht die Nickhaut in einer knorpeligen, zwischen zwei glatten, festen Häuten liegenden Platte. In der Nickhaut der Vögel fehlt diese Platte. Die inwendige Haut ist dafür bei ihnen um so dicker. Die Nickhaut ist vollkommen durchsichtig wie die Hornhaut, und in denen Theilen, die nicht knorpelig sind, so contractil, dafs sie sich beim Nachlassen der Zusammenziehung ihres Muskels gleich von selber in den innern Augenwinkel zurückzieht. Die meisten Amphibien kommen in der Structur dieser Haut und in der Art, wie sie durch einen einfachen Muskel bewegt wird, mehr mit den Säugthieren als mit den Vögeln überein. Sie weicht jedoch bei manchen derselben in ihrem Bau sehr von dem gewöhnlichen ab. Bei den Fröschen ist das ganze untere Augenlid in eine durchsichtige Nickhaut verwandelt. Beim Chamäleon liegt diese Membran als eine undurchsichtige Platte auf der inwendigen Fläche des, ebenfalls undurchsichtigen untern Augenlids, und ist mit dieser verwachsen. Bei den Schlangen erstreckt sie sich als eine zweite, äussere Hornhaut über die ganze eigentliche Hornhaut, ohne beweglich zu seyn. Mit der Gegenwart einer beweglichen Nickhaut ist übrigens immer die einer eigenen Thränendrüse am innern Augenwinkel, der Harderschen Drüse, verbunden.

Der Radius des inwendigen Bogens dieser Haut

ist stets einerlei mit dem des auswendigen Bogens der Hornhaut. Ihre auswendige Krümmung kann einen gröſsern oder kleinern Halbmesser als die inwendige haben, und hiernach kann ihre Wirkung auf das Sehen verschieden seyn. Im ersten Fall macht sie entfernte, im zweiten nahe Gegenstände deutlicher. Ich fand sie bei allen Thieren, woran ich sie untersuchte, von der zweiten Art. In dieser Form ist sie vorzüglich denen Thieren, die in der Luft und zugleich unter dem Wasser sehen müssen, z. B. der Fluſs- und Meerotter und den untertauchenden Vögeln, von Wichtigkeit. Ohne sie kann mit einem und demselben Auge das Luftthier nichts unter dem Wasser, das Wasserthier nichts in der Luft deutlich erkennen. Thiere, die ohne sie in dem einen und dem andern Medium sehen, haben für jedes ein besonderes Auge. Dies ist der Fall mit Cobitis anableps und Gyrinus Natator.

Die Sphäre sowohl des Sehens überhaupt als besonders des deutlichen Sehens ist sehr verschieden bei den verschiedenen Arten der Wirbelthiere. Jene hängt bei den Landthieren vorzüglich von der Gröſse des Halbmessers der Krümmung der Cornea, bei den Wasserthieren von der Gröſse des Radius des vordern Bogens der Linse ab. Diese läſst sich nach der Entfernung der hintern Fläche der Linse von der Netzhaut in der Augenaxe schätzen. Beide stehen nicht immer mit einander in einerlei Verhältniſs, richten sich aber im Allgemeinen nach der Gröſse der Thiere. Die gröſsten Landthiere sind auch unter allen Thieren, für deren Auge die Luft das Medium des Sehens ist,

die weitsichtigsten. Die gröfsten Arten der Vögel haben nicht ein weiteres Gesicht als der Elephant, der Ochse, das Pferd u. s. w.

Das deutliche Sehen hat aber verschiedene Grade. Der höhere Grad desselben ist Schärfe des Gesichts. Für diese giebt es noch besondere Hülfsmittel im Auge der Thiere überhaupt und einzelner Arten zu einzelnen Zwecken. Eine allgemeine Einrichtung dafür ist die Bedeckung aller Theile des innern Auges, die nicht dienen, um das Licht durchzulassen oder davon gereizt zu werden, mit einem dunkeln Pigment, wodurch die Strahlen, die nicht unmittelbar das Sehen vermitteln, absorbirt werden. In Beziehung mit dieser Absorbtion steht bei allen Wirbelthieren der Ciliarkörper, der immer um so breiter ist, je mehr das Auge dem unmittelbaren Sonnenlichte ausgesetzt ist. Die Vögel, die am meisten von diesem getroffen werden, besitzen als Schirm dagegen noch besonders den schwartzen Fächer, der zwar noch eine andere, oben erwähnte Verrichtung als blos beim Sehen hat, aber auch mit dienet, alles Licht, das beim Sehen hinderlich ist, zu absorbiren und die Schärfe des Gesichts auf ähnliche Art zu vermehren, wie sie vermittelst einer, inwendig geschwärtzten Röhre, wodurch man einen Gegenstand betrachtet, in Beziehung auf diesen vermehrt wird. Er beschränkt zwar dagegen das Sehefeld, doch nicht in dem Grade, wie es den Anschein hat, da er immer so gegen die Linse geneigt ist, dafs meist nur die Strahlen eines in der Augenaxe und in den Gränzen des deutlichen Sehens liegenden Puncts, die in der

Richtung seiner Fläche auf seinen vordern Rand fallen, von ihm aufgefangen werden, die übrigen aber neben ihm vorbei zur Netzhaut gehen.

Ein Strahlencylinder, der durch eine enge Oeffnung fährt, erleidet in seinem Umfange eine Beugung, welche verursacht, dafs er auf dem Hintergrund einer dunkeln Kammer ein mit Säumen umgebenes Bild hervorbringt. Diese Diffraction des Lichts mufs auch beim Durchgang desselben durch die Pupille eintreten. Sie würde dem deutlichen Sehen hinderlich werden, wenn ihr nicht durch ein Mittel vorgebeugt wäre. Für die Strahlen, die nicht in sehr schiefer Richtung auf den Rand der Linse fallen, wird dieselbe schon durch die Brechungen gehoben, die sie in den verschiedenen Schichten der Linse erleiden. Für die sehr schief einfallenden scheinen die, über dem vordern Rand der Linse in der Gestalt einer Krone hervorragenden Ciliarfortsätze jenes Mittel zu seyn. Es ist noch nicht durch Versuche ausgemacht, welche Veränderung ein Lichtstrahl erleidet, der beim Durchgang durch eine enge runde Oeffnung diffringirt ist, und dann durch eine zweite Oeffnung mit ausgezackten Rändern geht. Es ist aber wahrscheinlich, dafs die Ciliarkrone eine zweite Diffraction bewirkt, wodurch die Lichtsäume so nach dem Ciliarkörper hingebogen werden, dafs dieser sie ganz absorbiren kann.

Ein Mittel zum schärfern Sehen in einer bestimmten Entfernung haben mehrere Thiere noch daran, dafs die Flächen der durchsichtigen Theile ihres Auges nach gewissen krummen Linien gebogen sind. Das schärfere Sehen in einer Entfernung, wobei die auf

das Auge fallenden Strahlen für parallel gelten können, wird durch eine Hornhaut befördert, die auswendig nach einer Ellipse gekrümmt ist, deren grofse Axe zu dem Zwischenraum zwischen ihren Brennpuncten in dem Verhältnifs der strahlenbrechenden Wirkung der Luft gegen die der Hornhaut steht, und welche inwendig eine zirkelförmige Fläche hat, deren Mittelpunct in dem hintern Brennpunct der Ellipse liegt. Diese Form der Cornea fand ich deutlich bei dem Hausmarder und dem Virginischen Opossum. Sie scheint aber bei noch mehrern andern Thieren vorhanden zu seyn. Die genauere Unterscheidung eines Gegenstandes, der dem Auge so nahe liegt, dafs die Strahlen desselben divergirend auf das Auge fallen, wird für eine gewisse Entfernung befördert durch eine hyperbolische Krümmung einer dünnen Hornhaut und eine elliptische der vordern Fläche der Linse, deren Axen und Parameter ein gewisses Verhältnifs zu den brechenden Kräften der Luft und der wässerigen Feuchtigkeit haben. Solche Krümmungen giebt es an der Hornhaut und Linse des Maulwurfs. Bei jenen Formen tritt keine Abweichung der Strahlen von dem Wege zum Brennpunct wie bei der kugelförmigen Gestalt ein, und sie tragen also auch von dieser Seite zum schärfern Sehen bei. Indefs wird auch, wie schon oben bemerkt ist, bei der sphärischen Gestalt der Aberration der, durch die Linse gehenden Strahlen schon durch die Wirkung, welche die Cornea auf sie hat, einigermaafsen vorgebeugt, und da bei jenen Formen kein so deutliches Sehen ausserhalb der Augenaxe wie bei der Kugelform

statt finden kann, so sind sie nicht so vielen Thieren eigen, wie sie sonst wohl seyn würden.

Vielen, zur Nachtzeit ihrer Nahrung nachgehenden Thieren ist noch eine Einrichtung des Auges gegeben, wodurch ihnen das Sehen im Dunkeln möglich wird. Die hinter der Netzhaut liegende Fläche ihrer Choroidea ist mit einem metallisch glänzenden Pigment bedeckt, welches die auf sie fallenden Strahlen wie ein Hohlspiegel zurückwirft. Dieser Ueberzug erstreckt sich entweder über jene ganze Fläche, oder nur über die obere Hälfte derselben. Das Erste ist der Fall bei den Cetaceen, den Eulen, mehrern Amphibien und Fischen, überhaupt bei solchen Thieren, die in einem wenig erleuchteten Medium leben, oder blos des Nachts auf Raub ausgehen. Das Zweite findet bei denen Thieren statt, die am Tage ihre Nahrung suchen und welchen dann die untere Hälfte des innern Auges vom hellen Tageslichte erleuchtet ist, die also geblendet werden würden, wenn die Tapete die untere Hälfte der Choroidea einnähme. Eine solche, nur auf den obern Theil dieser Haut beschränkte Tapete besitzen die Raubsäugthiere und die Wiederkäuer. Immer aber schliefst dieselbe das hintere Ende der Axe des innern Auges mit ein. Sie wirft wie ein Hohlspiegel alle Strahlen zurück, die in schiefer Richtung auf sie fallen, und zwar so, dafs diese sich in der Augenaxe vereinigen. Sie erhellet daher bei schwachem Lichte die Gegenstände, worauf die Augenaxe gerichtet ist und die nicht weit vom Auge entfernt sind. Ihr Nutzen würde aber doch sehr beschränkt seyn, wenn sie blos äusseres, und

nicht auch ein phosphorisches, im Innern des Auges entwickeltes Licht zurückwürfe. Dafs ein solches bei den Thieren, welche eine Tapete besitzen, wirklich entwickelt wird, ist schon im ersten Bande dieses Werks (S. 438) gezeigt worden.

Soweit wir bisher das Sehen betrachtet haben, ist dasselbe blos Wahrnehmen der Formen. Die Empfindung der Farben ist hiervon unabhängig. Jenes kann sehr vollkommen bei unvollständiger oder ganz fehlender Empfänglichkeit für den Eindruck der letztern seyn. Man findet häufig Personen, die gewisse Farben nicht von einander unterscheiden können, sondern nur für verschiedene Nuançen einer und derselben Grundfarbe halten.*) Der Fehler, der oft erblich ist, äussert sich auf verschiedene Art nach der Verschiedenheit der Grundfarben, für deren Einwirkung die Empfänglichkeit der Netzhaut aufgehoben ist. Es galt z. B. einem, von Butter beobachteten Mann Roth für Braun, Grün für Orange; hingegen wurde in einem, von Sommer beschriebenen Fall Roth mit Blau, Grün mit Braun verwechselt. Der Fehler kann soweit gehen, dafs alle Farben nur als Nuançen Einer Grundfarbe

*) Mir sind vier Menschen in Einer Familie bekannt, welche diesen Gesichtsfehler haben. Ausser den, im 6. Bande der Biologie, S. 423, angeführten Schriften enthalten noch die folgenden, neuern Aufsätze Beobachtungen darüber: Remarks on the Insensibility of the Eye to certain Colours, by J. Butter, im Edinburgh philos. Journ. No. XI. January. 1822. p. 135. Remarks on a peculiar Imperfection of Vision with regard to Colours, by W. Nicholl, in den Annals of Philos. February. 1822. p. 128. Ueber Chromatopseudopsie von Sommer in Gräfe's und Walther's Journal für Chirurgie und Augenheilkunde. B. 5. H. 1. S. 19.

erscheinen, obgleich die Gegenstände dabei in der Nähe und Ferne deutlich erkannt werden.*) Hiernach ist es sehr wohl möglich, dafs auch nicht alle Thiere das Unterscheidungsvermögen der Farben besitzen. Bei dem Menschen aber, dem dasselbe in der Regel nicht fehlt, hat dabei das Auge, in Folge der blättrigen Textur der Linse, eine achromatische Beschaffenheit. Man hat zwar diese geleugnet. Unter allen Thatsachen aber, die zum Beweise des Gegentheils vorgebracht sind, finde ich keine, die sich nicht von Diffractionen des Lichts ausserhalb dem Auge ableiten lassen.

Nach anhaltendem Blicken auf Gegenstände von sehr lebhaften Farben bei stärkerer Erleuchtung, so wie heller Figuren auf einem dunkeln, sehr abstechenden Grund oder dunkeler auf einer hellen Fläche, schweben bekanntlich dem Auge noch eine Zeitlang Bilder von ähnlicher Gestalt, aber anderer, zuweilen wechselnder Farbe vor, wenn man dasselbe schliefst, oder gleich nachher damit in die Finsternifs geht. Man hat diese Spectra von einem, in der Netzhaut zurückgebliebenen Eindruck des Lichts abgeleitet, manche Versuche darüber angestellt, und geglaubt, aus den Resultaten derselben Schlüsse in Beziehung auf das Wirken der Netzhaut ziehen zu können. Es ist aber nicht bewiesen, dafs diese Erscheinungen nicht von einer schwachen, partiellen Phosphorescenz entstehen, welche durch die

*) Wie in einem, im London med. and surgical Journ. Febr. 1830 mitgetheilten Fall. (Uebers. in Horn's u. s. w. Archiv für medicin. Erfahrung. 1830. Novbr. Decbr. S. 1080)

Bestrahlung eben so in der Hornhaut oder der Linse wie in vielen unorganischen Substanzen hervorgebracht werden kann. Von anderer Art sind die Bilder, welche die Phantasie beim Träumen im halben Wachen erzeugt. Diese müssen allerdings in einer gewissen Thätigkeit der Netzhaut ihren Grund haben, die mit der, von wirklichen Gegenständen verursachten übereinkömmt, und die vielleicht durch die Ciliarnerven vom Gehirn aus erregt wird. Der hierbei von der Phantasie ausgehende Einflufs ist bei der Bildung aller Spectra mit im Spiele, und modifizirt dieselben so sehr, dafs der Erfolg Eines und desselben Versuchs bei verschiedenen Menschen immer verschieden ausfallen mufs.

Ausser der Phantasie hat auch die Urtheilskraft auf alle Gesichtsempfindungen Einflufs. Wir beurtheilen instinctartig bei jedem Sehen eines Gegenstandes dessen räumliches Verhältnifs zu uns und zu den übrigen Dingen, die mit ihm im Gesichtskreise sind, und dieses Urtheil modifizirt wieder die Art der Erscheinung des Gegenstandes. Wir sehen nicht unmittelbar die Entfernung, Gröfse, Gestalt, Lage und Bewegung der Objecte, sondern beurtheilen dieselben. Die Gründe unsers Urtheils sind die Winkel, unter welchem die Dinge wahrgenommen werden; die Bestimmtheit ihrer Umrisse; die Vertheilung des Lichts und Schattens am Ganzen und an dessen Theilen, und die Veränderungen dieser Winkel, Umrisse und Schattirungen bei unverändertem Stand und Aufmerken des Auges. Bei Schätzung der Entfernung ist vorzüglich die gleichzeitige Richtung der

Axen beider Augen auf den Gegenstand von Wichtigkeit. Wir können sie einigermaaſsen auch mit Einem Auge aus der Gröſse des Winkels, unter welchem das Object diesem erscheint, aber mit Gewiſsheit nur aus der Gröſse des Winkels, den die Axen beider Augen mit einander machen, wenn beide auf Einen und denselben Punct gerichtet sind, abnehmen. Jene Gröſse wird unmittelbar aus der Anstrengung empfunden, deren es zu dieser Richtung bedarf. Ohne ein geistiges Wirken auf die Augenmuskeln bleiben die Axen beider Augen immer in paralleler Stellung, und durch ein solches Wirken können sie immer nur zur Convergenz, nie zur Divergenz gebracht werden. Einige Thiere, z. B. der Chamäleon und nach Couch*) der Blennius Pholis, sind zwar im Stande, mit beiden Augen nach verschiedenen Richtungen zu blicken. Dieses Sehen geschieht aber nicht durch die gewöhnlichen Augenmuskeln. Beim Chamaeleo carinatus habe ich hierüber folgende Beobachtungen gemacht. Der Augapfel dieses Thiers liegt in einer, an allen Seiten von knöchernen Wänden umgebenen Augenhöhle. Der vordere Rand der Sclerotica ist an der inwendigen Fläche eines ringförmigen Augenlids so befestigt, daſs der Augapfel den Bewegungen dieses Theils folgen muſs. Hinter dem Augenlid befindet sich eine Nickhaut, die einen, an der Wand der Augenhöhle, auf der Seite des innern Augenwinkels befestigten Muskel hat, wodurch sie zurückgezogen wird. Die vordere Fläche

*) Transact. of the Linn. Society. Vol. XIV. p. 75.

dieser Haut ist mit der hintern des Augenlids verwachsen. Wenn also ihr Muskel auf sie wirkt, so zieht derselbe zugleich das Augenlid und damit auch den Augapfel nach dem innern Augenwinkel. Der Augapfel hat dabei die nehmlichen vier graden und zwei schiefen Muskeln, die es an ihm bei den übrigen Wirbelthieren giebt, und blos diese wirken auch immer auf die gewöhnliche Weise an beiden Augen, so oft der Chamäleon ein Insect scharf ins Auge faſst, das er erhaschen will.

Für jene Anstrengung, die erforderlich ist, um die Axen beider Augen auf einerlei Punct zu richten, müssen manche Thiere ein noch feineres Gefühl als der Mensch haben, da einige, z. B. die Gemse, die Fledermäuse, viele Raubsäugthiere und Raubvögel, beim Sprunge oder beim Herabstürzen im Fluge den nöthigen Kraftaufwand so genau zu schätzen wissen, daſs sie sehr selten ihre Beute oder die Stelle, worauf sie sich niederlassen wollen, verfehlen. Ein nicht weniger scharfes Augenmaaſs besitzen zwar auch manche Insecten, denen doch die Beweglichkeit der Augen fehlt, z. B. die Jägerspinnen und die Libellen. Allein die Augen dieser Thiere haben keine Axe, worin die Gegenstände vorzugsweise gesehen werden. Sie nehmen in jedem Punct ihrer Augen, sowohl der einfachen als der zusammengesetzten, jeden äussern Punct gleich deutlich wahr, von welchem zu jenem ein Strahl gelangt, der auf der Fläche ihrer Hornhaut senkrecht steht. Immer aber wird ein solcher äusserer Punct

von ihnen auf einer andern Stelle des einen Auges als des andern gesehen, und diese Verschiedenheit des örtlichen Eindrucks desselben kann sie bei ihren Handlungen eben so leiten, wie die Wirbelthiere dabei von der Empfindung des Grades der Anstrengung geleitet werden, dessen es bedarf, um die Axen beider Augen auf einerlei Punct zu richten.

Das Gehör.

Durch die den Schall hervorbringenden schwingenden Bewegungen der Körper werden vielleicht alle Thiere in gewissem Grade erregt. Sie empfinden dieselben aber darum noch nicht als Schall. Die Regenwürmer ziehen sich, wenn sie aus der Erde hervorgekommen sind, bei der leisesten Erschütterung des Bodens in ihre Löcher zurück, doch gewifs ohne wirklich zu hören. Aus Aeusserungen von Empfindung eines Thiers bei der Einwirkung eines Schalls läfst sich also noch nicht auf die Gegenwart des Hörsinns bei demselben schliessen. Dieser Schlufs ist nur dann gültig, wenn es durch gewisse Töne zu Handlungen bestimmt wird, die ohne dieselben oder bei Tönen anderer Art nicht erfolgen, und wenn es ein wirkliches Hörorgan besitzt. Das erste dieser Zeichen ist bei allen denen Insecten vorhanden, wobei, wie bei den Heuschrecken und Cicaden, das eine Geschlecht das andere durch einen Gesang anlockt, oder, wie bei den Bienen, einige Individuen die übrigen durch gewisse Töne zu gemeinschaftlichen Handlungen auffordern.*) Das zweite Kennzeichen finden wir deutlich bei allen Wirbelthieren, aber nur bei wenigen der wirbellosen Thiere, und bei diesen hält es oft schwer zu sagen, ob das, was ein Hörorgan seyn kann, dieses wirklich ist. Ein solches Werkzeug in der einfachsten Gestalt ist nichts anderes als eine elastische Haut oder Platte, hinter welcher sich ein Nerve so ausbreitet, dafs ihm die

*) Biologie. B. 6. S. 326 fg.

Schwingungen derselben mitgetheilt werden können. Diese Membran oder Platte kann durchsichtig oder auch von der nehmlichen Farbe wie die äussere Bedeckung der benachbarten Theile seyn. Im ersten Fall läfst sich das Organ auch für ein Sehewerkzeug halten, das blos zur Empfindung des Lichts im Allgemeinen dient; im zweiten ist dasselbe schwer zu entdecken und nicht immer mit Sicherheit von einem bloſsen Tastwerkzeug zu unterscheiden.

Wir kennen bisjetzt nur in zwei Familien der wirbellosen Thiere Organe, deren Bestimmung zum Hören sich nicht bezweifeln läfst: in denen der Krebse und der Sepien. Bei den Krebsen liegt hinter den Wurzeln der gröfsern Fühlhörner auf jeder Seite des Körpers eine hohle, aus einer steinartigen Substanz bestehende Hervorragung, über deren äussere Oeffnung eine feste, elastische, nach aussen convexe Haut ausgespannt ist, und deren Höhlung einen, mit einer wässerigen Flüssigkeit angefüllten Sack enthält, worin sich ein, neben den Nerven der gröfsern Fühlhörner entspringender Hirnnerve verbreitet. Die Hörwerkzeuge der Sepien sind zwei Kapseln in dem hornartigen Ring, der das Gehirn und den Schlund umgiebt. Jede derselben umschliefst ebenfalls einen häutigen Sack, der eine Flüssigkeit enthält und zu welchem ein, aus dem Vordertheil des Gehirns, zwischen den Nerven der Füfse und der Baucheingeweide entstehender Nerve geht. Die Kapsel hat aber keine äussere, mit einer Haut überzogene Oeffnung. Dagegen befindet sich in der Flüssigkeit des Sacks ein kleiner Stein.

Unter den übrigen wirbellosen Thieren sind manche Insecten in Besitz von Theilen, die wohl Hörwerkzeuge seyn können, sich aber doch nicht mit völliger Gewifsheit dafür annehmen lassen.

In den nachgelassenen zootomischen Schriften Lyonnet's ist die Zergliederung eines Insects unter dem Namen Pou de Mouton enthalten, das von den, bisher auf Schaafen gefundenen Läusen und Milben abweicht und zu Latreille's Microphthiris gehört. Lyonnet*) entdeckte am Vorderkopf dieses Thiers, zu beiden Seiten des Rüssels, da, wo sonst die Fühlhörner stehen, zwei länglichrunde Hervorragungen, die unter einer doppelten hornartigen Schaale eine Höhlung enthielten, worin ein kleiner runder, gestielter Körper lag. Dieser bestand aus einer weissen, fleischartigen Substanz, worin sich eine Menge kugelförmiger, sehr durchsichtiger, ziemlich harter Körner fanden. Sein Stiel war durch ein Ligament an der innern Wand der Höhlung befestigt. Lyonnet meinte, es lasse sich über den Zweck dieser Theile nichts bestimmen. Sie haben aber die Structur von Hörwerkzeugen.

Bei der Blatta orientalis glaubte ich früher, das Hörorgan in einer, mit einer weissen, nach innen concaven Haut bedeckten Oeffnung gefunden zu haben, die gleich hinter der Oeffnung liegt, worin die Wurzelglieder der Antennen ihre Befestigung haben, und unter welcher sich eine Hervorragung des Gehirns befindet, die mir mit jener Haut in Berührung zu

*) Mém. du Muséum d'Hist. nat. T. XVIII. p. 242.

stehen schien.*) Ich habe neuerlich dieses Organ wieder untersucht und Folgendes daran beobachtet. Die erwähnte Haut fand ich nicht, wie früher, rund, sondern halbmondförmig und unmittelbar an den Ring gränzend, in welchem das Fühlhorn befestigt ist. Unter ihr lag eine weisse, körnige Materie. Eine Substanz von gleicher Art bedeckte indefs auch die inwendige Fläche anderer Theile des Schädels. Der unter ihr liegende Hügel des Gehirns setzte sich in einen Nerven fort, der mir zu dem Fühlhorn seiner Seite zu gehen schien. Ob ein Zweig desselben sich unter ihr verbreite, konnte ich nicht entdecken. Ich sehe auch jetzt nicht ein, welche andere Beziehung als auf den Hörsinn die Haut haben kann.

Die Fühlhörner der Tagschmetterlinge endigen sich keulenförmig. Die Keulen enthalten nicht, wie die hintern Glieder der Antennen, Muskeln, die zur Bewegung der Gelenke dienen, sondern eine, mit einer häutigen Substanz ausgefüllte und von einer weissen, halbflüssigen Materie umgebene Höhlung. Bei Papilio Atalanta fand ich diese Materie aus kleinen runden, der Farbe nach dem Kalke ähnlichen Theilen bestehend und mit einem zarten, häutigen Wesen durchwebt. Sie gleicht im Aeussern der Materie, die in den Hörsäcken der Frösche befindlich ist; nur sind in ihr die kalkigen Theilchen noch kleiner wie in der letztern. Es ist hiernach sehr wohl möglich, dafs die Keulen der Sitz eines Hörorgans sind.

---

*) Annalen der Wetterauischen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde. B. 2. H. 2. S. 170.

Im 6ten Bande der Biologie, S. 359, habe ich schon bemerkt, dafs bei den Libellen über der Stirn, in dem Zwischenraum zwischen den Augen und den Fühlhörnern, eine mit einer weifslichen Flüssigkeit angefüllte und an ihrem Gipfel zu beiden Seiten mit einer dünnen Haut bedeckte Hervorragung liegt, die ebenfalls zum Hören bestimmt seyn kann.

Bei andern geflügelten Insecten, besonders den Dipteren, enthält das Innere des Kopfs grofse, mit zarten Häuten ausgekleidete Höhlungen, die mit der Empfindung des Schalls in Beziehung stehen können. Es giebt z. B. bei Tabanus bovinus auf der obern Seite des Kopfs, zwischen den beiden grofsen Augen, eine schmale, längliche, hornartige Platte, und auf dieser, an der Stirn, eine kleine schildförmige Hervorragung. Unter der letztern fängt eine Höhlung an, die sich zwischen der innern Seite der Augen, dem Gehirn und der untern Decke des Kopfs nach unten fortsetzt und mit einer sehr dünnen, schwärtzlichen, vielfach gefaltenen und immer trocknen Haut ausgekleidet ist. Aus der Höhlung steigen, wenn man den Kopf unter Wasser öffnet, viele Luftblasen auf. Zu der Haut schienen mir von der vordern Seite des Gehirns kleine Nerven zu gehen. Diese letztere Beobachtung ist jodoch ungewifs. Rosenthal hat die Haut schon bei Musca carnaria gesehen und sie für eine Riechhaut gehalten.*) Dies kann sie aber nicht seyn, da der Raum, worin sie sich befindet, keine

*) Reil's und Autenrieth's Archiv f. d. Physiologie. B. 10. S. 436.

Zugänge von aussen hat. Eher läfst sie sich für ein Hörorgan annehmen, zu welchem die Schallschwingungen der Luft durch die schildförmige Hervorragung gelangen.

Auch in dem Kopfe mancher Hymenopteren, unter andern der Bienen, giebt es Höhlungen, die vielleicht zur Aufnahme hörbarer Eindrücke dienen. Dafs aber bei dem letztern Insect nicht, wie Ramdohr glaubte, in dem Theil des Kopfs, mit welchem die Frefszangen artikuliren, ein Hörwerkzeug enthalten seyn könne, habe ich schon im 6ten Bande der Biologie, S. 356, erinnert. Er hat zwar recht gesehen, dafs darin eine Blase liegt, die ich früher nicht entdecken konnte, später aber gefunden habe. Diese ist indefs ein Luftsack, der zum System der Respirationsorgane gehört.

So zweifelhaft die Gegenwart der Hörorgane bei den mehresten wirbellosen Thieren ist, so wenig ist sie es bei allen Wirbelthieren. Einige der letztern entbehren ganz des Gesichtsinns. Keinem derselben, die man näher kennt, fehlen die Organe des Gehörs. Sie besitzen aber diese in verschiedenem Grade der Ausbildung. Auf der niedrigsten Stufe, nicht einmal auf einer höhern als die Krebse und Sepien, stehen in Betreff des Ohrs die Lampreten (Petromyzon), die blos zu beiden Seiten des Hinterkopfs eine nach aussen verschlossene, knöcherne Kapsel und darin einen, mit einer wässerigen Flüssigkeit angefüllten Sack haben, in welchem sich ein Hirnnerve ausbreitet. Allen übrigen Wirbelthieren sind, ausser einem solchen Sack, oder einem dessen Stelle vertretenden Theil, noch drei

häutige, halbkreisförmige Röhren (Bogengänge) gegeben, die durch ihre erweiterten Enden (Ampullen) mit jenem Theil in einer gemeinschaftlichen membranösen Höhlung (einem Vorhof) zusammenkommen und mit ihm das Labyrinth ausmachen. Diese Theile enthalten immer eine Flüssigkeit und sind immer von einer Flüssigkeit umgeben. Welchen Zweck die Trennung derselben in zweierlei verschiedenartige Organe, die dreifache Zahl der Bogengänge und deren ausgezeichnete Gestalt hat? ist eine bisjetzt nicht zu beantwortende Frage. Es gehen ferner, mit wenigen Ausnahmen, zum innern Ohr der Wirbelthiere, ausser dem eigentlichen Hörnerven, noch andere Hülfsnerven, die entweder von einem eigenen Antlitznerven, oder, wo dieser fehlt, von dem fünften, neunten oder zehnten Hirnnerven kommen. Diese Nerven erstrecken sich in den Bogengängen nie weiter als bis zu den Ampullen und endigen sich auf der inwendigen Fläche derselben in der Gestalt einer markigen Platte, breiten sich hingegen immer zerästelt in den übrigen Theilen des Labyrinths aus.

Den ersten Grad der Ausbildung haben in Betreff der Hörwerkzeuge unter den Wirbelthieren über den Lampreten die Gräthenfische. Bei den meisten dieser Fische ist kein eigener Zugang von aussen zum Labyrinth vorhanden. Die ganze Schädelhöhle enthält neben dem Gehirn eine ölige oder gallertartige Flüssigkeit, und diese umgiebt auch die sämmtlichen Hörwerkzeuge, die nicht in einer verschlossenen Cavität liegen. Der Schall gelangt zu diesen Organen blos durch die

Schädelknochen und durch jene Flüssigkeit. Nur bei einigen Arten*) hat der Schädel äussere, mit einer Haut verschlossene Oeffnungen, die aber nicht unmittelbar zum innern Ohr, sondern blos zur Schädelhöhle führen, und deren Lage bei den verschiedenen, mit ihnen versehenen Fischen sehr verschieden ist. Noch einzelner steht unter diesen Thieren der Lepidoloprus trachyrynchus mit einer äussern, grofsen Gehörmündung, von welcher sich ein häutiger, verschlossener, eine faserige Gallerte enhaltender Canal zu einer, hinter dem Labyrinth liegenden Grube erstreckt.**)

Der Steinsack dieser Fische geht nicht unmittelbar in den Vorhof über, sondern ist durch eine Haut davon getrennt. In diesen öffnen sich aber die Bogengänge, die bei manchen Fischen gröfser als bei allen übrigen Thieren sind. Die Säcke beider Ohren stehen durch einen mittlern, queerlaufenden Canal mit einander in Verbindung. Der Steinsack enthält Einen oder zwei Steine, die in einer, meist gallertartigen Flüssigkeit schwimmen und durch die letzten Fäden der, sich in dem Sack verbreitenden Nerven mit den Wänden desselben verbunden sind. Oft giebt es auch einen Stein im Vorhofe. Die Nerven sowohl der Säcke als der Bogengänge kommen zum Theil von einem eigenen Hörnerven, zum Theil aber von einem andern Nerven.

*) Clupea Harengus, Silurus Glanis, Cobitis fossilis, Cyprinus, Sparus Salpa, Sparus Sargus, nach Weber (De aure et auditu hominis et animal. p. 25.)

**) Otto in der Zeitschr. für Physiol. B. 2. S. 86.

In dem Ursprung und der Verbreitung dieser Nerven findet eine grofse Verschiedenheit, eine weit gröfsere als bei den höhern Thieren statt. Gewöhnlich geht der eigentliche Hörnerve zum Vorhof und zu den Ampullen des vordern und äussern Bogengangs, hingegen ein Zweig eines andern Hirnnerven zum Steinsack und zur Ampulle des hintern Bogengangs. Der Zweig entspringt bald vom Trigeminus, bald von einem Stamm, wovon es oft schwer hält zu sagen, ob er der Antlitznerve, der Glossopharyngäus oder Vagus ist. Es stehen überhaupt diese Hirnnerven der Fische nicht ganz in dem nehmlichen Verhältnifs gegen einander, wie die der höhern Thiere. So fand ich bei Trigla Hirundo neben den Hörorganen sechs Hirnnerven, die durch Verbindungsfäden unter sich zusammenhängen. Die drei vordern sind den drei Hauptästen des Trigeminus der höhern Thiere analog. Der vierte theilt sich gleich nach seinem Austritt aus dem Gehirn in zwei Aeste, die sich zum mittlern Theil des Vorhofs und zu den Ampullen des vordern und des äussern Bogengangs begeben. Der fünfte geht, in drei Aeste getheilt, zu den beiden Steinsäcken. Der vorderste dieser Aeste hängt durch einen starken Faden mit dem hintern Ast des vierten Stamms zusammen. Der sechste theilt sich, nachdem er sich durch einen Queerfaden mit dem Vagus verbunden hat, in einen gröfsern und kleinern Ast, von welchen sich jener im hintern Theil des Vorhofs, dieser in der Ampulle des hintern Bogengangs endigt.

Viele Fische besitzen keine weitere Mittel zum

Hören als diese. Manche sind aber auch mit einer Vorrichtung ausgestattet, wodurch das Gehör nach den äussern Umständen modifizirt wird. Bei den letztern steht die Schwimmblase entweder unmittelbar, oder durch eine Kette kleiner Knochen in einer solchen Verbindung mit dem Vorhof, daſs, wenn die Luft der Blase durch Zusammenziehung dieses Organs selber oder der Bauchmuskeln nach vorne getrieben wird, ein Druck auf das Wasser des Labyrinths entsteht und die Wände desselben nebst deren Nerven in eine Spannung versetzt werden. Die unmittelbare Verbindung geschieht durch häutige Fortsätze der Schwimmblase und der Vorhöfe beider Ohren, deren Enden mit einander in Verbindung stehen. Die Fortsätze der Vorhöfe liegen in Höhlungen des Hinterhaupts, welche nach hinten offen sind. In den Oeffnungen schliessen sich die Fortsätze der Schwimmblase ihnen an. So verhält es sich mit diesen Theilen nach Weber bei Clupea Harengus, Sparus Salpa, Sparus Sargus, und nach meinen Beobachtungen bei Gadus Aeglefinus. Die mittelbare Verbindung findet bei allen Cyprinusarten, bei Silurus Glanis, Cobitis fossilis und Cobitis Barbatula statt. Es giebt hier zu beiden Seiten der drei vordern Halswirbel drei Knöchelchen, die sowohl unter sich als mit der Wirbelsäule artikuliren, und dem Hammer, Ambos und Steigbügel des Ohrs der höhern Thiere verglichen werden können. Der Hammer ist mit dem Ende der Schwimmblase verbunden, der Steigbügel an einer knöchernen Platte befestigt, die den Eingang zu einer Höhlung des ersten Halswirbels verschlieſst,

worin ein häutiger Fortsatz der Hörsäcke liegt. Die Knöchelchen befinden sich in einer Höhlung der drei vordern Halswirbel, die mit einer sehnigen Haut ausgekleidet ist, eine ölige Flüssigkeit enthält und bei den Cyprinusarten in die Schädelhöhle übergeht, bei diesen auch durch Muskelfasern der sehnigen Haut verengert werden kann.

Es ist die Schwimmblase jener Fische, bei welchen sie mit den Hörorganen zusammenhängt, auch für ein Mittel gehalten worden, wodurch die Fortpflanzung des Schalls zu diesen Theilen befördert werde. Dies kann sie aber nicht seyn und am wenigsten da, wo sie mit den Hörwerkzeugen durch Knöchelchen verbunden ist. Die hörbaren Eindrücke müssen leichter durch die Schädelhöhle und besonders bei denen Fischen, wo der Schädel äussere Oeffnungen hat, durch diese Zugänge und durch das Wasser der Schädelhöhle, als durch die Luft der Schwimmblase und durch die Kette der Gehörknöchelchen zum Labyrinth gelangen. Der letztere Weg ist der längere und mehr durch verschiedene Media unterbrochen als der erstere. Auf jenem mufs also der Schall mehr als auf diesem geschwächt werden. Durch die Gehörknöchelchen ist noch überdies eine Leitung von der Schwimmblase zu den Hörsäcken nicht zulässig, weil die Höhlung, worin jene liegen, mit einem Wasser angefüllt ist, welches den Schall besser als die Kette der Knöchelchen leitet. Wir müssen überhaupt bei der Theorie des Gehörs als Grundsatz annehmen, dafs der Schall immer den Weg zum innern Ohr nimmt,

worauf er am wenigsten verschiedenartige und am wenigsten in ihrer Continuität unterbrochene Materien zu durchdringen hat. Möglich ist es indefs, dafs der Schall in der Schwimmblase durch Resonanz verstärkt wird. Sie bleibt aber dabei ein Spannungswerkzeug der weichen Theile des Labyrinths.

Zwei Gattungen der Fische, die in mehrern andern Stücken von den übrigen abweichen, die der Rochen und Haien, unterscheiden sich auch in Betreff der Hörwerkzeuge von den übrigen. Bei ihnen liegen diese Organe in knorpeligen Höhlungen, die keine Verbindung mit der Schädelhöhle haben. Die Hörsäcke enthalten nicht gröfsere Steine, sondern eine Flüssigkeit voll kalkartiger Theilchen. Bei den Rochen geht auf jeder Seite des Kopfs Ein Canal aus der knorpeligen Höhlung, worin die Säcke, umgeben von einer Flüssigkeit, schwimmen, und ein zweiter von den Säcken selber zur Oberfläche des Kopfs. Der zweite ist ein häutiger Fortsatz der Säcke, der mit der Flüssigkeit derselben angefüllt ist, durch Muskelfasern verengert werden kann und sich durch mehrere kleine Löcher auf solche Weise nach aussen öffnet, dafs dem äussern Wasser der Eintritt in ihn durch Klappen versagt ist. Die Muskelfasern dieser Röhre verursachen, wenn sie sich zusammenziehen, eine Turgescenz der Säcke. Sie leisten also das Nehmliche, was bei denen Gräthenfischen, deren Labyrinth mit der Schwimmblase zusammenhängt, diese Blase bewirkt. Die Haien besitzen blos diesen zweiten Gang, der bei ihnen nur Eine weite Oeffnung nach aussen hat. Es giebt bei

den Rochen Einen Hirnnerven für die hintern Bogengänge und einen andern, der durch einen Faden mit diesem verbunden ist, für die übrigen Theile des häutigen Labyrinths. Hingegen in den Hörwerkzeugen der Haien verbreitet sich auf jeder Seite nur ein einziger Nerve.

Die nehmliche Bildung des innern Ohrs, die den Rochen und Haien eigen ist, findet sich im Wesentlichen bei Siren, Hypochthon, den Schlangen, mit Ausnahme der Blindschleiche, und, nach Windischmann,*) bei der Feuerkröte (Bombinator igneus Merr.). Diese Thiere haben ebenfalls neben den Bogengängen einen, mit denselben durch einen Vorsack verbundenen häutigen Behälter einer, mit kalkigen Theilen vermischten Flüssigkeit. Die Bogengänge und der Hörsack liegen auch hier in einer, von der Schädelhöhle abgesonderten Cavität (einem knöchernen Labyrinth), die nach aussen nur eine einzige, dem eiförmigen Fenster der höhern Thiere zu vergleichende Oeffnung hat. Sie empfangen bei Hypochthon nur von Einem Hirnnerven Zweige, der nach meinen Beobachtungen**) noch einen Ast an andere Theile abgiebt, also Hör- und Antlitznerve zugleich ist. Abweichend ist der Bau dieser Hörwerkzeuge von der Bildung der vorigen darin, dafs die Bogengänge in Verhältnifs zum übrigen Ohr kleiner als bei den mehresten Fischen sind, und dafs die äussere Oeffnung des knöchernen Labyrinths

---

*) De penitiore auris in amphibiis structura. Lips. 1831. p. 11.

**) De protei anguini encephalo et organis sensuum disquis. zootom. In Commentat. Soc. Reg. scient. Götting. recent. ad. ann. 1818.

nicht durch eine blofse Haut, sondern durch einen knöchernen Deckel verschlossen ist. Der letztere liegt gleich unter der Haut und den Muskeln des Kopfs. Vielleicht drücken diese unter gewissen Umständen ihn gegen die Flüssigkeit des Labyrinths und wirken so mit ihm als Spannungsapparat des Hörsacks und der Bogengänge. Der Deckel kann jedoch hier auch blofses Leitungsmittel des Schalls seyn, da er, umgeben auf der einen Seite von Wasser, auf der andern von weichen Theilen, geeignet ist, durch jeden Schall, besonders einen solchen, der vom Erdboden zu ihm gelangt, in Schwingungen versetzt zu werden, und es hier keinen nähern Weg zum innern Ohr als durch ihn giebt. Vorzüglich scheint er Leiter des Schalls bei den Schlangen zu seyn, bei welchen er noch mit einem beweglichen Knochen zusammenhängt, der sich von ihm zum Quadratknochen erstreckt.

Eine höhere Bildung der Hörwerkzeuge fängt bei der Blindschleiche, den Fröschen und Schildkröten an. Das knöcherne Labyrinth enthält hier noch einen Sack mit einer kalkigen Flüssigkeit neben den Bogengängen. Die Aussenseite desselben hat aber zwei, mit einer elastischen Haut bedeckte Oeffnungen: ein rundes Fenster ausser dem eiförmigen. Beide befinden sich nicht an der Oberfläche des Schädels, sondern in einer, mit Luft angefüllten knöchernen Cavität, der Trommelhöhle, zu welcher der Schall von aussen durch eine weitere, ebenfalls mit einer elastischen Membran, dem Trommelfell, überzogene Oeffnung gelangt. Diese Haut liegt frei an der Oberfläche des

Schädels und ist einer Anspannung durch Muskelfasern fähig, die unter der äussern Haut von jener Fläche zu ihrem Rand gehen. Von ihr erstreckt sich zu einem knorpeligen oder knöchernen Deckel des eiförmigen Fensters ein beweglicher Knochen, der bei den Fröschen an beiden Enden einen knorpeligen Fortsatz hat. Auf dieser Bildungsstufe und allen noch höhern giebt es immer einen Hörnerven, der blos für die weichen Theile des Labyrinths bestimmt ist, und einen Antlitznerven, von welchem sich Zweige in der Trommelhöhle verbreiten. Mit der Gegenwart einer solchen Höhle ist stets auch Athmen durch Lungen und ein Zugang der äussern Luft durch die Nasenlöcher zu den Lungen verbunden, und immer geht hier ein Canal, die Eustachische Röhre, von der Trommelhöhle zu den hintern Mündungen der Nasengänge. Nicht aber durch diese Röhre, sondern blos durch das Trommelfell kömmt der Schall zum Labyrinth: denn diese liegt soweit nach hinten in den Nasengängen, hat darin eine so enge Oeffnung, und ist mit einer so schlaffen und feuchten, den Schall dämpfenden Haut ausgekleidet, dafs durch sie keine Leitung des letztern möglich ist. Auch höret der Mensch durch sie nicht, wenn ihm die Ohren verstopft sind. Sie ist Mittel, die Luft der Trommelhöhle mit der Atmosphäre in Verbindung zu setzen und zu machen, dafs dieselbe in ihrer Ausdehnung und Mischung unverändert bleibt.

Von dem Trommelfell kann der Schall sowohl durch die Luft der Trommelhöhle, als durch den Gehörknochen zum Labyrinth gelangen. Der erste

Weg ist der am wenigsten unterbrochene und daher der vornehmste. Auf ihm geht der Schall vorzüglich zum freiliegenden runden Fenster. Der Gehörknochen und der Deckel des eiförmigen Fensters sind ein Spannungsapparat der weichen Theile des Labyrinths, ähnlich in seiner Wirkung dem, den wir bei den Fischen antrafen, aber anders als dieser eingerichtet. Wenn das Trommelfell angezogen wird, so wird zugleich die Lage des mit demselben verbundenen Gehörknochens dergestalt verändert, dafs er auf den Deckel des eiförmigen Fensters und dieser auf die Flüssigkeit des knöchernen Labyrinths drückt. Hierdurch mufs die Haut des runden Fensters nach aussen gedrängt und ebenfalls gespannt werden. Die Spannung kann indefs bei denen Amphibien, wovon hier die Rede ist, noch nicht bedeutend seyn, da die Muskeln ihres Trommelfells nur eine geringe Wirkung auf dasselbe haben können.

Alle die bisher erwähnten Thiere besitzen neben den Bogengängen einen Sack, der Einen gröfsern oder viele kleine Steine enthält, als unmittelbares Organ des Gehörs. Welchen Zweck diese Steine haben, ist aus dem, was wir bisjetzt von den Gesetzen der Fortpflanzung des Schalls wissen, schwer zu bestimmen. Da, wo die Flüssigkeit nur Einen oder zwei gröfsere Steine hat, an welchem sich die Hörnerven verbreiten, ist es denkbar, dafs die Schallschwingungen auf diese, frei schwebende Körper und deren Nerven einen stärkern Eindruck machen, als dieselben sonst von ihnen erhalten würden. Aber da, wo die Flüssigkeit des Sacks voll

kleiner Steine ist, mufs der Schall darin so vielfache Brechungen erleiden, dafs dadurch seine Einwirkung auf die Hörnerven nicht vermehrt werden kann, dagegen aber die Fortdauer der Schwingungen in der Flüssigkeit nach dem ersten Eindruck verhindert wird.*) Auf jeden Fall kann durch die Steine der Hörsäcke wohl Empfindlichkeit für hörbare Eindrücke überhaupt, aber nicht ein feines Unterscheidungsvermögen der verschiedenen Modificationen des Schalls vermittelt seyn. Die Thiere, welche Steinsäcke besitzen, äussern nur Empfänglichkeit für Töne, die mit der Sphäre ihres Instincts in Beziehung stehen. Die Abänderungen des Schalls, die den Laut ausmachen, sind für sie noch nicht vorhanden.

Feinheit des Gehörs zeigt sich erst da, wo ein Theil der Hörnerven, statt an einem Steinsack, an Häuten sich verzweigt, die in einem hohlen, knöchernen Behälter eingeschlossen sind. Ein solcher hat die Gestalt entweder eines abgestumpften Kegels, oder einer Schnecke. Von jener Form ist er bei den Eidechsen und Vögeln, von dieser bei den Säugthieren. Rudimente eines Kegels kommen, nach Windischmann, auch schon bei den Schlangen vor, obgleich diese dabei noch mit einem Steinsack versehen sind. Am ausgebildetesten ist derselbe bei den Vögeln, und bei

*) Die Flüssigkeit der Hörsäcke des Frosches fand ich unter dem Microscop ganz voll länglichrunder Körper, die von verschiedener Gröfse, doch überhaupt so klein sind, dafs man sie unter einer, wenigstens 150mal vergröfsernden Linse betrachten mufs, um ihre Gestalt deutlich zu erkennen.

diesen hat er nach meinen Untersuchungen folgenden Bau.*) Er ist bei den mehresten Arten etwas gekrümmt, an der Spitze abgerundet, an der Basis mit dem Vorhof verbunden. Auf seiner, der Trommelhöhle zugekehrten, untern Seite liegen an der Basis, dicht übereinander, beide Fenster. Seine Höhlung wird der Länge nach durch zwei dünne, gekrümmte, an ihren Enden mit einander verbundene Knorpel in eine obere und untere Kammer getheilt. In die obere Kammer öffnet sich das runde, in die untere das eiförmige Fenster. Zwischen beiden Knorpeln befindet sich ein länglichrunder Zwischenraum. Mit denen Enden derselben, die der Spitze des Kegels zugekehrt sind, ist ein häutiger, flaschenförmiger Sack verbunden. Den zwischen ihnen enthaltenen Raum bedeckt in der untern Kammer ein gekrümmtes, der Wand dieser Kammer anliegendes, häutiges Dach, und unter diesem giebt es eine zweite Haut von gleicher Krümmung, die auf ihrer obern, concaven Seite eine Menge zarter, paralleler Queerblätter hat. Der dem Hörkegel angehörige Ast des Hörnerven dringt von dieser Seite in denselben ein, und theilt sich gleich nach seinem Eintritt in eine Menge divergirender Zweige für die gedachten Blätter und in einen besondern Ast für den flaschenförmigen Theil. Der letztere ist analog dem Steinsack der niedern Thiere, enthält aber weder einen gröfsern Stein, noch kleinere, kalkige Concremente, sondern eine blofse Flüssigkeit.

*) Eine ausführliche, durch Zeichnungen erläuterte Beschreibung dieses Organs habe ich in der Zeitschr. f. Physiol. B. 1, S. 188 geliefert.

Diese meine Beobachtungen hat Windischmann weiter zu verfolgen gesucht.*) Unter den Nachträgen, die von ihm dazu geliefert sind, ist die Bemerkung wichtig, dafs über der convexen Seite der Hörblätter ein Netz von Blutgefäfsen liegt. Andere derselben betreffen minder wichtige Puncte, z. B. dafs die Hörblätter nicht alle ganz parallel mit einander verlaufen, sondern zuweilen sich theilen. Noch andere gelten, wenn sie richtig sind, doch bei weitem nicht von allen Vögeln. Zu diesen gehören vorzüglich die beiden Angaben: Die Hörblätter wären blos mit einem Pigment bedeckte Aeste des Gefäfsnetzes, und die Zweige des Hörnerven, wovon ich geglaubt habe, dafs sie sich auf ihnen endigten, verbreiteten sich auf einer, unter ihrer concaven Seite liegenden dünnen Haut. Meine Beobachtungen machte ich an solchen Vögeln, die ein scharfes Gehör haben, und wobei die innern Theile des Hörkegels sehr ausgebildet sind: dem rauhbeinigen Falken, dem Holzhäher, der Rohrdommel, dem Canarienvogel und dem Kreutzschnabel. Beim Haushahn und der Ente fand ich dagegen diese Theile sowenig entwickelt, dafs ich die Hörblätter gar nicht unterscheiden konnte. Grade nur an den letztern Vögeln hat sie Windischmann untersucht, und so ist er auf Resultate gekommen, die von den meinigen abweichen, diese aber nicht umstofsen. Ich habe auf Veranlassung seiner Beobachtungen die meinigen wieder an den Hörwerkzeugen der Nachtigal geprüft und

*) A. a. O. p. 28.

richtig befunden. Die Hörblätter, die in dem Hörkegel dieses Singvogels fast so breit wie der innere Durchmesser des Kegels sind, erscheinen unter dem Microscop klar als wahre häutige Blätter und zeigen stark vergröfsert ein Netzwerk auf ihrer Oberfläche, das ich für nichts Anderes als ein Nervennetz halten kann.

In Betreff der Bogengänge stehen die mehresten Vögel ebenfalls über den niedern Familien der Amphibien, wenn man die Länge und Weite dieser Canäle in Verhältnifs gegen das übrige Labyrinth zum Maafsstab ihrer Ausbildung nimmt. Bei den einzelnen Vögeln habe ich grofse Verschiedenheiten in diesen Dimensionen und in dem Verhältnifs der Canäle gegen einander gefunden, die aber nicht der Stufe des Gehörs der einzelnen Arten, sondern den Characteren der natürlichen Ordnungen dieser Thiere entsprechen. Weit und fast von gleicher Gröfse gegen einander sind die Bogengänge der Raubvögel. Engere haben die Enten und Hühner, und bei beiden übertrifft der hintere Gang den mittlern und vordern sehr an Länge. Noch enger, aber fast von gleicher Länge sind sie bei den Papageien. Bei den Singvögeln ist ihre Weite ebenfalls nur gering, der vordere und hintere aber viel länger als der mittlere. Eben dieses Verhältnifs findet auch bei den krähenartigen Vögeln statt, deren Gehör doch von dem der Singvögel sehr verschieden seyn mufs.

Mit der höhern Bildung des häutigen Labyrinths der Vögel ist ein vollständigerer Apparat zur Spannung desselben und der Membran des runden Fensters als bei den meisten Amphibien verbunden. Das eiförmige

Fenster hat auch hier einen knöchernen Deckel, von welchem nur ein einfacher, grader Knochen (Columella) zum Trommelfell geht. Das äussere Ende dieses Knochens hängt aber mit dem Trommelfell durch drei biegsame Knorpel so zusammen, dafs es durch jenes Ende in der Mitte nach aussen hervorgetrieben ist. Das Trommelfell liegt dabei frei an der Oberfläche des Schädels und empfängt davon Muskelfasern, die zwischen den beiden Blättern dieser Haut zum Gehörknochen gehen und dieselbe spannen. Die Wirkung der Spannung auf den letztern und durch ihn auf die weichen Theile des Labyrinths mufs nun bei dem, nach aussen convexen Trommelfell der Vögel weit stärker seyn als bei dem platten Trommelfell der Schildkröten, Frösche und anderer Amphibien. Das eiförmige Fenster führt hier jedoch nur zum Innern des Hörkegels, nicht zum Vorhof. Der Druck, den die Basis des Gehörknochens auf die Haut dieses Fensters äussert, wirkt daher zunächst nur auf die Flüssigkeit des Hörkegels.

Hierbei findet noch eine Einrichtung statt, wodurch bewirkt wird, dafs der Schall ohne Nebenwirkungen, welche die Reinheit desselben trüben könnten, blos durch die Luft der Trommelhöhle und durch diese in grader Richtung zum Labyrinth gelange. Die Trommelhöhle öffnet sich in eine Menge Nebenhöhlen, die bei manchen Vögeln, z. B. den Eulen, zwischen den beiden Lamellen der Knochen des ganzen Schädels fortgehen, und allenthalben, besonders bei den Singvögeln, mit den feinsten knöchernen Fäden durch-

webt sind. Alle Schallschwingungen, die nicht grades Weges zum runden Fenster gelangen, und, von den Wänden der Trommelhöhle zurückgeworfen, einen Wiederhall verursachen würden, gerathen in diese Zellen und in die Eustachische Röhre. In jenen werden sie so vielfach zurückgeworfen und so geschwächt, dafs sie keinen Eindruck auf das Gehör weiter machen können. In dieser werden sie von der Schleimhaut und dem Schleim derselben gedämpft. Diese Röhre hat also ausser dem Zweck, die Luft der Trommelhöhle mit der äussern Luft in Verbindung zu setzen, noch den, Ableiter stöhrender Schallschwingungen zu seyn. Sie kann aber, da sie nur eine enge, blos auf die vordere Seite der Trommelhöhle beschränkte, innere Oeffnung hat, nur wenige solcher Schwingungen aufnehmen. *)

Manche Vögel übertreffen viele Menschen an Feinheit des musikalischen Gehörs. In der Reise in Brasilien von Spix und Martius (Th. 1. S. 190) wird erzählt: Den beiden Reisenden sey auf dem Wege von Rio de Janeiro nach S. Paulo der Ton

*) Früher habe ich diese Function der Ableitung blos auf die Zellen des zitzenförmigen Fortsatzes der Saugthiere beschränkt, und geglaubt, die Nebenhöhlen der Trommelhöhle könnten dienen, den Schall durch Resonanz zu verstärken. (Biologie. B. 6. S. 384.) Bei weiterer Untersuchung finde ich sie aber auch bei den Vögeln hierzu nicht geeignet. Durch Resonanz kann der Schall nur durch Wände verstärkt werden, die des Mitklingens fähig und nicht durchbrochen sind. Sobald diese Oeffnungen haben, die zu vielen unregelmäfsigen Nebenräumen führen, hört die Resonanz auf und der Schall wird durch die vielfachen Brechungen nicht verstärkt, sondern geschwächt. Esser hat blos die Eustachische Röhre als Ableitungs-

eines graulich braunen Vogels, wahrscheinlich einer Drossel, aufgefallen, der sich in den Gebüschen und auf dem Boden feuchter Waldgründe aufhalte, und in häufigen Wiederhohlungen die Tonleiter von H^1 bis A^2 so regelmäfsig durchsinge, dafs auch kein einziger Ton darin fehle; gewöhnlich gebe er jeden Ton vier- bis fünfmal an, und schreite dann zu dem folgenden Viertelston fort. Die Vögel, welche ein so feines Unterscheidungsvermögen der Höhe und Tiefe der Töne besitzen, äussern aber nie Zeichen von Empfänglichkeit für den verschiedenen Laut eines und desselben Tons. Hingegen unter denen, welche mit dieser versehen sind, z. B. den Papageien, giebt es keine singende Arten. Die Vögel haben also von gewissen Seiten ein sehr vollkommenes Gehör, doch nur von gewissen Seiten. Die Organisation ihrer Hörwerkzeuge ist eine Bedingung dieser Vollkommenheit, aber nicht die einzige: denn in der Familie der Singvögel giebt es auch viele nicht singende Arten und Individuen, deren Ohr doch eben so wie bei den singenden gebildet ist.

---

mittel der stöhrenden Schallschwingungen geltend machen wollen, und gegen meine Meinung eingewendet: an ein ungehörtes Verlieren der Schallschwingungen in den Nebenhöhlen der Trommelhöhle sey nicht zu denken, weil jene nahe an dem Labyrinth liegen, sich blind endigen und mit Luft angefüllt sind, also keine Luft mehr aufnehmen können. (Kastner's Archiv f. d. Naturl. B. 12. S. 63. 86.) Aber wenn ein und derselbe Schall zum einen Ohr durch die Luft, zum andern durch einen Haufen Wolle gelangt, so wird man ihn nur durch das erste, nicht durch das zweite Ohr hören, und in der Wolle wird er erstickt werden, diese mag eine luftdichte Umgebung haben, oder nicht eingeschlossen seyn.

Die höchste Stufe der Ausbildung für vielseitige Feinheit des Gehörs erreichen die Hörwerkzeuge bei den Säugthieren, und zwar dadurch: daſs der Hörkegel der vorigen Thiere sich in ein schneckenförmiges Organ verwandelt; die Verbindung des eiförmigen Fensters mit dem Trommelfell durch eine Kette von Gehörknöchelchen geschieht, die durch eigene Muskeln bewegt werden, und der Schall seinen Zugang zum Trommelfell durch ein äusseres Ohr hat.

Die Schnecke der Säugthiere enthält nicht, wie der Hörkegel der Vögel, viele häutige Blätter, sondern nur eine einzige Lamelle, die sich spiralförmig um eine knöcherne Spindel windet. Die letztere ist hohl, und durch sie geht der Nerve der Schnecke in dieselbe ein, der auf dem Spiralblatt gröſsere und zahlreichere Ramificationen als in dem Hörkegel der Vögel bildet. Dieses Blatt ist auswendig häutig, inwendig knöchern, und theilt die Höhlung der Schnecke in einen untern und obern Gang, von welchen jener zum runden Fenster, dieser zum häutigen Labyrinth führt. Beide Gänge vereinigen sich an der Spitze der Schnecke über einer kegelförmigen Höhlung, die von dem obern Ende der Spindel und der obersten Windung des Spiralblatts gebildet wird, und ein Ueberbleibsel der Flasche des Hörkegels der Vögel ist. Das eiförmige Fenster liegt am Vorhofe. Ein Druck auf die Haut desselben drängt also das Wasser des Labyrinths erst in den Vorhof, dann in die Bogengänge und in den obern Schneckengang, durch diesen in den untern Canal der Schnecke und so gegen die Haut des runden Fensters.

Die Bogengänge sind bei den Säugthieren kürzer als bei den Vögeln. Es giebt in der Bildung derselben gewifs auch bei jenen, wie bei diesen, Verschiedenheiten nach der Verschiedenheit der Familien, worüber es aber noch an Beobachtungen fehlt. Dafs nicht ihre Länge und Weite im Allgemeinen sich auf die Charactere der verschiedenen Ordnungen beziehen, beweisen Scarpa's*) Untersuchungen über das Verhältnifs jener Theile zur Schnecke und der Weite des ovalen Fensters zu der des runden bei mehrern Säugthieren, nach welchen in Betreff desselben auf der einen Seite der Hase, der Maulwurf und die Fledermaus, auf der andern die Katze und der Hund, zwischen beiden das Pferd, die Maus und der Igel, und in der Nähe der Katze und des Hundes das Schwein und das Kalb stehen, also verwandte Arten verschieden und verschiedene verwandt sind.

Das eiförmige Fenster ist bei den Säugthieren mit dem Trommelfell in der Regel durch drei Gehörknöchelchen verbunden: den Steigbügel, Ambos und Hammer. Ausnahmen machen auf der einen Seite der Goldmaulwurf (Chrysochlorus capensis), der zwischen dem Ambos und Hammer noch einen besondern, keulenförmigen Knochen hat; **) auf der andern die Schnabelthiere (Ornithorynchus), die nur zwei Gehörknöchelchen von ähnlicher Gestalt, wie der Columella und dem Deckel des eiförmigen Fensters der Vögel eigen ist, besitzen. ***)

---

*) De structura fenestrae rotundae etc. anat. obs. p. 94 sq. §. 9 sq.

**) Rudolphi's Grundrifs der Physiol. B. 2. Abth. 1. S. 130.

***) Home, Philos. Transact. Y. 1802. p. 79. 355.

Abweichend von der gewöhnlichen Form sind bei den übrigen Säugthieren die Gehörknöchelchen des Igels und Maulwurfs. Beim Igel hat der Steigbügel zur Basis ein solides Oval, auf dessen Mitte nur ein einzelner gekrümmter Schenkel steht. Am Hammer setzt sich das Mittelstück in eine breite knöcherne Platte fort, die einen grofsen Theil der Trommelhöhle einnimmt. Beim Maulwurf ist der Ambos und Hammer inwendig hohl, und die Höhlung beider Knöchelchen öffnet sich durch eine weite Mündung in die Trommelhöhle. Der Steigbügel ist bei allen Säugthieren mit seiner Basis im eiförmigen Fenster befestigt. Der Hammer hängt durch seinen Stiel mit einem Theil der inwendigen Fläche des Trommelfells so zusammen, dafs dieses durch ihn nach innen, also nach der entgegengesetzten Richtung wie bei den Vögeln, gezogen wird. Diese Concavität nach innen findet sich auch bei den Schnabelthieren, deren Ohr doch von andern Seiten dem der Vögel ähnlich ist; hingegen nicht bei den Wallfischen, deren Trommelfell dem Druck des Wassers zu widerstehen hat, und bei denen dasselbe wahrscheinlich durch einen andern Mechanismus als bei den übrigen Säugthieren gespannt wird. Der Hammer und der Steigbügel artikuliren mit dem Ambos, und beide werden durch eigene Muskeln bewegt. Der Hammer hat drei Muskeln, die nach ihrer Lage und Befestigung als Antagonisten gegen einander wirken müssen; der Steigbügel Einen, wodurch dessen Stiel nach hinten gezogen wird.

Von den drei Hammermuskeln hat man den, welcher

beim Menschen der gröfste ist, den innern (M. Eustachii), für den Spanner des Trommelfells angenommen, und beim Menschen scheint er auch als solcher zu wirken. Bei den vierfüfsigen Säugthieren ist aber ein anderes Verhältnifs dieser Muskeln zum Trommelfell als beim Menschen vorhanden. Ich fand dasselbe unter andern beim Fuchs von folgender Art. Der innere und der kleine äussere Hammermuskel (M. Casserii) haben hier die nehmliche Lage und Befestigung wie beim Menschen. Jener ist hier indefs nur ein sehr dünner und wenig Muskelfasern enthaltender Theil. Hingegen macht hier der, beim Menschen nur unbedeutende, gröfsere äussere Hammermuskel (M. Folii) eine grofse, halbkugelförmige Masse aus, die in einer eigenen, von allen Seiten durch dünne Knochenplatten verschlossenen, runden Zelle, zwischen dem Vorgebirge und dem Kopf des Hammers liegt. Diese Masse, die von Magendie in Folge einer sehr oberflächlichen Untersuchung für einen fasernlosen, elastischen Körper ausgegeben wurde,*) besteht aus Muskelfasern, welche von dem einen, im Mittelpunct der Masse liegenden Ende einer Sehne nach allen Seiten ausstrahlen. Die Sehne geht zur Spitze des Stachelfortsatzes des Hammers, und zwar so, dafs sie auf eine, von der Insertion aller andern Muskeln ganz abweichende Art, in Verbindung mit diesem Fortsatz senkrecht gegen die Oberfläche des Stiels des Hammers gerichtet ist. Jener Muskel wirkt daher ohne Verlust an Kraft, und spannet das Trommelfell, womit sein Stiel der ganzen Länge

*) Journal de Physiologie. T. I. pag. 341.

nach verbunden ist, indem er dasselbe stark gegen den Grund der Trommelhöhle zieht. Er hat aber dabei, wegen der Kürze seiner Fasern und wegen des engen Raums, worin er eingeschlossen ist, nur einen sehr beschränkten Spielraum. Die runde Gestalt und die Kürze der Fasern desselben ist übrigens nicht allen vierfüſsigen Säugthieren eigen. Beim Maulwurf fand ich ihn verhältniſsmäſsig noch gröſser als beim Fuchs, aber lang und kegelförmig.

Die Wirkung des Steigbügelmuskels kann von verschiedener Art seyn, wenn die Basis des Steigbügels sich entweder auf dem vordern oder auf dem hintern Rand des eiförmigen Fensters stützt. Bei der Zusammenziehung dieses Muskels muſs sie im ersten Fall in das eiförmige Fenster hineingedrückt, im zweiten daraus hervorgezogen werden. Man hat die erste Wirkung für die wirklich stattfindende, aber blos willkührlich angenommen. Es ist im Gegentheil wahrscheinlich, daſs bei der Verkürzung des Steigbügelmuskels der zweite Erfolg eintritt. Die Basis des Steigbügels wird immer schon in das eiförmige Fenster gedrückt, so oft sich der Spanner des Trommelfells zusammenzieht. Diese Zusammenziehung hat eine solche Drehung des Hammers gegen den Ambos und des Ambos gegen die Spitze des Steigbügels zur Folge, daſs die Basis des letztern gegen das eiförmige Fenster gedrängt werden muſs. Es bedarf schwerlich je einer Vermehrung, wohl aber zuweilen einer Verminderung der Pressung, und so scheint der Steigbügelmuskel vielmehr ein Antagonist des Spanners des Trommelfells

in Hinsicht auf das ovale Fenster zu seyn, als übereinstimmend mit diesem zu wirken.

Der Einflufs, den dieser Spannungsapparat des innern Ohrs der Säugthiere in seiner höchsten Vollendung auf das Trommelfell und das Labyrinth haben kann, ist offenbar noch weit feinerer Abstufungen fähig als der, welcher bei dem einfachen Gehörknochen der Vögel möglich ist. Daher besitzt der Mensch, bei dem jener Apparat im Allgemeinen die höchste Vollkommenheit hat, ein Ohr von vielseitigerer Empfänglichkeit für hörbare Eindrücke als alle übrige Thiere, wenn auch einzelne Töne von andern schärfer als von ihm empfunden werden. Jene Vorrichtung ist aber blos auf Spannung des Trommelfells und der weichen Theile des Labyrinths, nicht auf Leitung des Schalls berechnet. Es bleibt ein unwiderleglicher Grund gegen die Voraussetzung einer solchen Leitung, dafs nichts unpassender dazu seyn kann als ein Weg, der nicht durch ein Continuum, sondern durch eine Verbindung von mehrern Knochen geht, die noch dazu durch zwischenliegende weiche Theile unterbrochen ist. Nicht weniger ungeeignet ist dazu auch der Zusammenhang des Stiels des Hammers mit dem Trommelfell unter einem sehr spitzen Winkel: denn ein schwingender fester Körper theilt einem andern um so schwächer seine Schwingungen mit, je mehr sich der Winkel, den beide mit einander machen, von dem rechten entfernt.*) Ferner, wäre nicht die Luft der Trommelhöhle der Leiter

*) Nach Wheatstone's Versuchen im Journal of the Royal Institution. Nro. 5. p. 226.

aller, aus der Luft kommenden Schallschwingungen, so würden diese immer noch besser durch die Wände der Trommelhöhle, als durch die Gehörknöchelchen geleitet werden. Aber man höret nicht bei verstopften Ohren, obgleich dann der Schall nach wie vor durch die Kopfknochen, die Knorpel des äussern Ohrs und die Wände des Gehörgangs zu den Wänden der Trommelhöhle kommen kann. Die Fortpflanzung des Schalls wird immer durch den Uebergang desselben aus dem Medium, worin er entstanden ist, in ein anderes ungleichartiges unterbrochen. Für den, der in festen Körpern erregt ist, sind feste Körper, für den, welcher in der Luft oder im Wasser entsteht, Luft oder Wasser die besten Leiter. Verhielte es sich anders, so würden Töne, die aus einem Zimmer kommen, ausserhalb demselben eben so gut oder besser bei verschlossener als bei offener Thür gehört werden müssen. *)

Die Erfahrungen, die man zum Beweise einer Fortleitung der aus der Luft kommenden Schallschwingungen durch die festen Theile des Kopfs zum Hörnerven angeführt hat, sind von keinem Gewicht. Wenn Esser **) unter andern sagt: Er habe auf freiem Felde bei heiterem Himmel die auf einer Flöte angegebenen Töne nicht so gut bei stark bedecktem Kopf als ohne Be-

*) Dies zur Beantwortung eines, von Muncke in seinem Aufsatz Ueber die Fortpflanzung des Schalls vom Paukenfell bis zum Gehörnerven (in Kastner's Archiv f. d. gesammte Naturk. B. 7. H. 1.) gegen meine obige Meinung gemachten Einwurfs.

**) Kastner's Archiv. B. 12. S. 59.

deckung gehört, so erklärt sich dies ganz einfach daraus, dafs der Theil der Schallschwingungen, der im letztern Fall längs den Kopfknochen zum äussern Ohr und zum Trommelfell fortging, im erstern von der Bedeckung gedämpft wurde. Und wenn Itard, wie Muncke anführt, eine völlige Taubheit dadurch geheilt haben will, dafs er einen festen Kegel von Baumwolle durch das zerstöhrte Trommelfell in die Trommelhöhle soweit einschieben liefs, bis derselbe die innern Hörwerkzeuge berührte und eine schmerzhafte Empfindung darin erregte, so kann ich nicht glauben, dafs die Leitung des Schalls durch einen so schlechten Leiter, wie ein baumwollener Kegel ist, sollte bewirkt worden seyn, wohl aber halte ich für möglich, dafs der Kegel die verlohrne Empfänglichkeit des Hörnerven für den Schall einigermaafsen wieder anfachte, indem er eine leichte Entzündung in der Trommelhöhle erregte. Die angebliche Heilung der völligen Taubheit wird indefs nicht von langer Dauer gewesen seyn.

Nach Savart's Versuchen schwingt eine stärker gespannte elastische Haut schwächer als eine weniger gespannte. Er glaubt daher, der Meinung, die man früher hegte, ganz entgegen, durch die Spannung des Trommelfells werde der Eindruck des Schalls auf dasselbe geschwächt.*) Allein mit der Stärke und Schwäche des Schalls im Allgemeinen hat die Spannung dieser Haut nichts gemein. Was sie bewirken

*) Journal de Physiologie par Magendie. T. IV. p. 183.

kann, ist, einen einzelnen Schall vor allen andern hervorzuheben. Eine Saite wird dann von dem Ton einer andern angeschlagenen am stärksten in Schwingungen versetzt, wenn sie mit dieser im Einklang gespannt ist. Dieser Spannung im Einklang wird die des Trommelfells durch dessen Spanner, und gleichzeitig, durch den dabei eintretenden Druck des Steigbügels auf das Labyrinthwasser, auch die der Haut des runden Fensters möglichst genähert.*) Der Druck auf das Labyrinthwasser versetzt zugleich die Nerven des Vorhofs und der Bogengänge in eine Spannung, wodurch deren Empfänglichkeit für hörbare Eindrücke erhöhet wird. Es ist nicht richtig, was man dagegen gesagt hat: es bedürfe keiner Spannung, um den Hörnerven zur Fortpflanzung eines Eindrucks zum Sensorium fähiger zu machen.**) Die Nerven der äussern Haut und der Zunge werden durch das Anschwellen der Papillen, worin sie sich verbreiten, ebenfalls gespannt und reizbarer gemacht, und auch die Nervenhaut des Auges ist empfänglicher für die Gesichtseindrücke, wenn sie durch vermehrte Absonderung der Feuchtigkeiten des Augapfels ausgedehnt ist, als wenn dieser eingesunken in der Augenhöhle liegt.

Die Spannung des Trommelfells und der weichen Theile des Labyrinths ist willkührlich, doch nur mit-

*) Was ich hier für die Bestimmung des Trommelfells erklärt habe, wurde schon dafür in der Biologie (B. 6. S. 375) von mir angenommen. Von der Qualität der Töne kann dabei nicht die Rede seyn. Muncke hat mich also mifsverstanden, wenn er in seinem angeführten Aufsatz meine Meinung auf diesen Punct bezieht.

**) Muncke a. a. O.

telbar. Ihre nächste veranlassende Ursache ist das Aufmerken auf einzelne Töne. Wie jeder Affect, so erregt auch der des Aufmerkens automatische Bewegungen, und zwar durch Nerven, welche aus der Vereinigung von Zweigen verschiedenartiger Nervenstämme entstehen. Der Spanner des Trommelfells erhält nach Arnold beim Menschen einen Nerven aus dem Ohrknoten, der durch eine Vereinigung von Fäden des Unterkinnladenasts des Trigeminus, des Zungenschlundkopf- und Antlitznerven gebildet wird. *) Der

*) Man hat die Wirklichkeit dieses von Arnold entdeckten und in dessen Abhandlung Ueber den Ohrknoten beschriebenen Knotens geleugnet. Ich sahe denselben in Heidelberg an einem von Arnold verfertigten Präparat, und fand ihn mit der Beschreibung dieses Anatomen übereinstimmend. Indefs zweifele ich, dafs es bei allen Säugthieren einen solchen Knoten giebt, und, wenn er auch bei allen vorhanden ist, so steht doch nicht bei allen die Spannung des Trommelfells unter dem Einflufs desselben. Beim Fuchs fand ich einen andern Verlauf der Hülfsnerven des innern Ohrs als beim Menschen. Der gröfsere äussere Hammermuskel, der bei diesem Thier der eigentliche Spanner des Trommelfells ist, wird von einem Nerven regiert, welcher in seinem Ursprung dem oberflächlichen Felsenbeinnerven des Menschen ähnlich ist, aber sich nicht mit dem Antlitznerven verbindet und sich sehr weit in der Trommelhöhle ausbreitet. Dieser Nerve entspringt aus dem Oberkinnladenast des fünften Hirnnerven, verläuft bis zur Trommelhöhle in einem knöchernen Gang und dringt in dieselbe durch den Canal, worin der innere Hammermuskel liegt. Nachdem er, wie es scheint, an den letztern einen Zweig abgegeben hat und aus dessen Canal hervorgetreten ist, krümmt er sich rings um den gröfsern äussern Hammermuskel und theilt diesem einem starken Zweig mit. Hierauf geht er über dem eiförmigen Fenster weg, biegt sich nach aussen und läuft queer über den hintern Theil des Vorgebirges, dicht vor dem runden Fenster, nach der äussern Seite des hintern Endes der Trommelhöhle, wo er durch eine Oeffnung der Wand dieser Höhle sich mit einem der, durch das hintere zerrissene Loch tretenden Nerven, und zwar, wie

Antlitznerve verbindet sich aber auch, jenem Anatomen zufolge,*) mit dem Hörnerven, und erhält von dem letztern durch die Verbindungsfäden den Impuls zu der Wirkung, nach welcher die Spannung des Trommelfells eintritt. Es ist hier derselbe Fall wie bei der Erweiterung und Verengerung der Pupille in Folge des Aufmerkens auf einen nahen und entfernten Gegenstand.

Jeder feste elastische Körper leitet bei jeder Spannung den Schall. Seine Vibrationen hören aber auf, sobald die des tönenden Körpers, der ihn in Mitschwingungen versetzt, gehemmt werden, oder nicht mehr stark genug sind, auf ihn wirken zu können, wenn nicht der letztere mit ihm im Einklange gespannt ist, in welchem Fall derselbe selbstthätig mitschwingt und seine Vibrationen noch nach dem ersten Eindruck fortsetzt.

---

es mir schien, mit dem Zungenschlundkopfnerven, vereinigt. Auf dem Wege vom runden Fenster zu dieser Stelle giebt er zwei lange Aeste ab, die sich längs dem Vorgebirge zur vordern Wand der Trommelhöhle begeben, durch zarte Queerfäden unter sich und mit dem, im Canal des Hammermuskels befindlichen Stück des ursprünglichen Nerven verbunden sind, und ein, frei auf dem Vorgebirge liegendes Nervennetz bilden. Die beiden zuletzt genannten Aeste dringen durch Oeffnungen der vordern Wand der Trommelhöhle in den carotischen Canal, und verbinden sich darin mit einem Zweig des sympathischen Nerven, der dicht an der äussern Wand jener Höhle seinen Weg hat. Fast parallel mit diesem Felsenbeinnerven verläuft auf die gewöhnliche Art an der innern Wand der Trommelhöhle die Trommelsaite. Einen Ohrknoten habe ich beim Fuchs nicht entdecken können.

*) Zeitschr. für Physiologie. B. 2. S. 149. Derselbe über den Ohrknoten. S. 17.

Dieses Gesetz mufs auch vom Trommelfell gelten. Da indefs das Fortklingen desselben nur beim Horchen auf einen einzelnen Ton und bei dem Grade von Spannung, wodurch es mit dem tönenden Körper im Einklange ist, statt findet, so kann davon keine Stöhrung des Gehörs entstehen, solange der Ton fortwährt und die Aufmerksamkeit ausschliefslich auf ihn gerichtet ist. Wird dieselbe von ihm abgewandt, so erfolgt eine andere Spannung des Trommelfells, und damit hört das Fortklingen auf. *)

Unabhängig von dieser Einrichtung zur Verstärkung des Eindrucks einzelner Töne besitzen viele Säugthiere eine Form des innern Ohrs, wodurch die Einwirkung des Schalls überhaupt auf das Gehör vermehrt wird. Die Wand der Trommelhöhle tritt über dem Vorgebirge, auf der äussern Seite des Trommelfells, nach aussen hervor, und bildet eine knöcherne Blase mit inwendig glatten Wänden, wodurch die vom Trommelfell kommenden Schallschwingungen aufgefangen und nach dem runden Fenster hin zurückgeworfen werden. Einzeln kömmt eine solche Bildung schon bei einigen Amphibien, z. B. bei Terrapene clausa, vor. Allgemeiner ist sie bei den vierfüfsigen Säugthieren, besonders den

*) Ich habe mich früher über den obigen Punct dahin erklärt: Der Druck des Steigbügels gegen das Labyrinthwasser könne die Fortdauer der, von einem einfachen Schall bewirkten Schwingungen verhindern. (Biol. B. 6. S. 411). Gegen diese Meinung hat Muncke in seinem angeführten Aufsatz Erinnerungen gemacht, die allerdings jene Erklärung, nicht aber die obige Darstellung meiner Meinung treffen.

Raub- und Nagethieren. Doch wechselt die Gröfse der Blase. Sie ist z. B. sehr grofs beim Fuchs, Hund und Tiger, hingegen nur flach bei der Flufsotter und dem Bären. Bei mehrern Säugthieren, z. B. beim Hunde, stehen senkrecht auf der innern Wand der Höhlung dieses Theils und gerichtet gegen den Mittelpunct desselben grade, knöcherne Scheidewände, die den Schall durch Resonanz verstärken helfen, ohne der Zurückwerfung desselben gegen das runde Fenster hinderlich zu seyn.

Zur Ableitung derer Schallschwingungen, die nicht zum runden Fenster kommen, dienen den Säugthieren ähnliche Mittel wie den Vögeln. Die Schwingungen, die auf den vordern Theil des Grundes der Trommelhöhle stofsen, entweichen durch die Eustachische Röhre. Die, welche den hintern Theil des letztern treffen, gelangen durch einen, oft ziemlich weiten Gang in kleine Knochenzellen, vorzüglich des zitzenförmigen Fortsatzes, und verschwinden darin ungehört. Alles Ohrensausen, das nicht blos nervöser Art ist, besteht in einem Hören des Wiederhalls der Schallschwingungen, und rührt von Verstopfung der Eustachischen Röhre oder des Zugangs zu jenen Zellen her.

Die mehresten Säugthiere sind endlich noch in Besitz eines äussern Ohrs, das allen übrigen Thieren ganz fehlt, oder doch nur als Rudiment verliehen ist. Dieses leistet da, wo es trichterförmig ist, die Dienste eines Hörrohrs, und ist dann noch mit Verstärkungs-

mittel der Wirkung des Schalls auf die innern Hörwerkzeuge. Aber hierauf kann sich die Bestimmung desselben nicht beschränken. Wozu sind die Leisten, Ecken und Gänge daran vorhanden, wenn es keinen andern Zweck als jenen hat? Warum sind diese vorzüglich am menschlichen Ohr ausgebildet, das wenig oder gar nicht als Hörrohr zur Verstärkung des Eindrucks der Töne beitragen kann? Auf diese Fragen läfst sich nur bei der Voraussetzung antworten, dafs das äussere Ohr bei den mehresten Säugthieren eben so sehr, und beim Menschen mehr ein Mittel zur Beurtheilung der Richtung des Schalls ist, als zum Hören überhaupt dient. Ob dieser von der rechten oder linken Seite kömmt, ergiebt sich daraus, ob er stärker auf das rechte oder linke Ohr wirkt. Allein ob der Ursprung desselben hinten oder vorne, oben oder unten ist, liesse sich nicht wissen, wenn er ohne Abänderung in der einen Richtung wie in der andern zum Hörnerven gelangte. Die Ausbreitung dieses Nerven im Labyrinth ist auf nichts weniger als auf unmittelbare Empfindung der Richtung des Schalls berechnet. Nimmt man an, wie man annehmen mufs, der Weg der Schallschwingungen zu ihm gehe blos durch die Luft der Trommelhöhle, so ist nur Unterscheidung der aus verschiedenen Richtungen kommenden Töne von ursprünglich gleicher Qualität in Rücksicht auf deren Stärke und Schwäche möglich. Setzt man voraus, die Schwingungen würden auch mit durch die Kopfknochen fortgepflanzt, so könnten vielleicht durch einen Hörnerven, der sich strahlenförmig nach allen Seiten aus-

breitete, die Richtungen der Schwingungen unmittelbar empfunden werden, aber nicht durch einen solchen, wie alle Thiere wirklich besitzen.

Diese Richtungen lassen sich nicht gradezu empfinden, sondern nur aus den verschiedenen Abänderungen, die der Schall dabei erleidet, beurtheilen. Jeder, durch die Luft fortgepflanzte Ton spricht auf andere Art an, wenn er bei seinem Fortgange auf andere Art gebrochen wird. Durch solche Abänderungen der Brechungen des Schalls in den Sprachwerkzeugen werden die verschiedenen articulirten Töne hervorgebracht, und solche erleidet er auch in den Höhlungen des äussern Ohrs. Der Ton, der dieses von hinten oder von oben trifft, hat eine andere Articulation als der, welcher zu demselben von vorn oder von hinten kömmt. Die Kunst des Bauchredens besteht in der Nachahmung dieser verchiedenen Articulationen. Beim Menschen werden die von der Seite kommenden Töne vorzüglich von der Ohrmuschel, die vordern vom hintern Stück der Gegenleiste, die hintern meist vom vordern Ende der Leiste und vom Tragus, die untern vom obern Stück der Leiste und Gegenleiste aufgefangen. Die von unten auffallenden Schwingungen gelangen zum Theil erst aus der kahnförmigen Grube durch die ungenannte Grube und die Ohrmuschel, hingegen die, welche von der Seite eindringen, gleich aus der Hörmuschel in den Gehörgang.

Die Thierarten, denen das äussere Ohr ganz fehlt, können die Richtung des Schalls nur in soweit be-

merken, als dieselbe sich aus dem verschiedenen Eindruck auf eines der beiden Ohren abnehmen läfst. Sie werden daher durch hörbare Eindrücke weniger unmittelbar bei ihren Handlungen geleitet, als die, welche mit einem äussern Ohr versehen sind, und nur dadurch aufgeregt, den Gegenstand, welcher den Schall verursachte, vermittelst ihrer übrigen Sinne aufzusuchen. Die Organe dieser Sinne, besonders die Augen, haben deswegen bei ihnen meist eine andere Stellung und Beweglichkeit als bei denen Thieren, die ein äusseres Ohr besitzen. Die Augen liegen bei ihnen in der Regel so, dafs das Gesichtsfeld derselben sich weiter nach hinten als bei den letztern erstreckt, und manche können das eine nach einer andern Richtung als das andere bewegen. Die Rochen und Haien besitzen eigene Sinneswerkzeuge, wodurch sie jede Erschütterung ihres Mediums nicht nur überhaupt, sondern auch in Betreff der Richtung derselben empfinden, und vielen andern Thieren dienen hierzu die Fühlfäden und Fühlhörner.

Jene Abwesenheit eines äussern Ohrs findet auch bei einigen Säugthieren, z. B. dem Maulwurf und den Wallfischen statt. Die Richtung des Schalls kann auch für diese nicht so leicht wie für die übrigen erkennbar seyn. Kerner erzählt zwar: man habe einen Maulwurf in einem flachen, mit Erde angefülltem Gefäfs vollkommen in seinem Gange leiten können, indem man von der einen oder andern Seite auf einem musikalischen Instrument einen Ton angab.*) Dies wäre

*) Reil's und Autenrieth's Archiv f. d. Physiol. B. 9. S. 363.

möglich gewesen, da auch ohne ein äusseres Ohr der verschiedene Eindruck eines, von der rechten oder linken Seite kommenden Schalls auf eines der beiden Ohren die Richtung eines solchen Schalls anzeigt. Die Erfahrung selber ist mir indefs verdächtig. Esser versichert auch, bei Wiederhohlung des Versuchs nie gefunden zu haben, dafs die Richtung der Bewegungen des Maulwurfs durch die Richtung der Schallschwingungen des tönenden Instruments bestimmt worden wäre.*)

*) Kastner's Archiv f. d. gesammte Naturlehre. B. 12. S. 56.

Der Geruch.

Der Sinn des Geruchs hat Alles zum Gegenstand, was das Medium des Athemhohlens aufgelöst enthält. Dieses Medium ist für alle Thiere die atmosphärische Luft. Die Wasserthiere nehmen in ihre Respirationsorgane zwar Wasser auf, aber nicht des Wassers, sondern der darin enthaltenen Luft wegen. Auch für sie kann nur diese Luft, nicht das Wasser, das Medium des Riechbaren seyn. Ist dies nicht der Fall, so giebt es für sie keinen Unterschied zwischen Geruch und Geschmack: denn der letztere bezieht sich grade auf die im Wasser befindlichen, fremdartigen Theile. Viele riechbare Substanzen, und unter diesen manche, die einen sehr starken Geruch verbreiten, z. B. der Moschus und das Castoreum, sind nur in der Luft, nicht im Wasser, auflöslich. Für die Einwirkung solcher Materien würden die Wasserthiere ganz unempfänglich seyn, wenn sie nicht einen Sinn zur Empfindung dessen, was die Luft im Wasser Fremdartiges enthält, besäfsen.

So erscheint der Geruch als Wächter beim Athemhohlen. Es ist möglich, dafs auf den niedern Stufen der thierischen Organisation die Werkzeuge desselben mit denen der Respiration verschmolzen sind. Bei den höhern Thieren aber mufs eben darum, damit die unreine Luft, noch ehe sie wirklich geathmet ist, von der reinen unterschieden werde, eine Trennung dieser Organe statt finden und die Luft erst dann zu den Lungen oder Kiemen gelangen, nachdem der Geruch sie geprüft hat. Aber der Geruch giebt dem Thier

zugleich Kunde von der Gegenwart dessen, das demselben als Nahrungsmittel dienen kann, und von der Richtung, in welcher dieses zu suchen ist. Dazu ist er nur tauglich, wenn er seinen Sitz in einem einzelnen, eigens für ihn bestimmten Theil hat. Hiernach ist der Character eines Geruchorgans im Allgemeinen: Eine nackte Nervenausbreitung auf einem besondern Theil, worauf das Medium des Athemhohlens in einer bestimmten Richtung wirken kann. Für die wasserathmenden Thiere mufs dieser Theil eine kiemenartige Structur haben, damit die im Wasser befindliche Luft auf die Nervenausbreitung wirken könne. Bei einer höhern Entwickelung des Geruchsinns wird sich voraussetzen lassen, dafs durch das Organ desselben auch ein willkührliches Einziehen und Ausstofsen des Wassers oder der atmosphärischen Luft möglich ist.

Jener Character eines für die Luft bestimmten Riechwerkzeugs von der einfachsten Art zeigt sich unter den wirbellosen Thieren an Organen der Krebse. Rosenthal entdeckte diese beim Flufskrebs und Hummer, und ich fand seine Angaben beim Hummer der Natur ganz gemäfs.*) Sie bestehen bei diesen Thieren in einem muschelförmigen Körper, der in einer, durch eine enge Mündung sich nach aussen öffnenden Höhlung des untersten Glieds der beiden mittlern Fühlhörner enthalten und mit einer zarten Haut bedeckt ist, zu welcher ein Zweig des Muskelnerven dieser Fühlhörner geht. Das Medium der Gerüche kann für dieses Organ blos die Luft seyn: denn

*) Biologie. B. 6. S. 308.

in der Höhlung desselben ist immer blos Luft, nicht Wasser, enthalten. Es ist unwahrscheinlich, dafs ein Thier, welches mehr im Wasser als in der Luft lebt und ein Riechwerkzeug für die Luft besitzt, nicht auch ein solches für das Wasser haben sollte. Dieses kann das gestielte Organ seyn, das sich bei jenen Thieren vor dem Eingang jeder der beiden Kiemenhöhlen befindet und während des Lebens in steter Bewegung ist. Es artikuliren mit dem äussern Ende desselben platte, dreieckige Blätter, welche sehr gefäfsreich und mit einem schleimigen Ueberzug bedeckt sind. Kiemen können diese nicht seyn, und doch haben sie einen kiemenartigen Bau. Es pafst also auf sie der Character eines, für das Wasser bestimmten Riechwerkzeugs. Das Nehmliche gilt auch von den beiden Blätterpuaren, die es bei den Muschelthieren zwischen dem Munde und dem vordern Ende der Kiemen giebt. Diese sind sehr nerven- und gefäfsreiche Theile, auf deren obern Fläche eine Menge grader, paralleler, hervorragender Adern wie auf den Kiemen liegen. Sie äussern bei dem lebenden Thier unter Wasser immerfort abwechselnde Zusammenziehungen und Ausdehnungen, die von einer Stelle zur andern fortschreiten, und wobei das Wasser angezogen und wieder zurückgestofsen wird.

Obgleich solche Theile sich nicht bei den übrigen wirbellosen Thieren nachweisen lassen, so zeigen doch sehr viele derselben Empfindlichkeit gegen fremdartige, in der Luft aufgelöste Stoffe. Diese kann zwar blos Folge des, am Eingange der Respirationsorgane sehr erhöheten, allgemeinen Gefühlsinns ohne Unterschei-

dungsvermögen besonderer Arten von Gerüchen seyn. Allein viele Insecten äussern nicht nur dieses Vermögen, sondern gehen auch den riechenden Körpern selbst dann nach, wenn dieselben verborgen sind. Die Schmeisfliegen entdecken faules Fleisch, die Männchen der Schmetterlinge ihre Weibchen und die Bienen den Honig unter Umständen, wo kein anderer Sinn als der des Geruchs sie von den Gegenständen, wodurch sie angezogen werden, benachrichtigen und zu denselben leiten kann.*) Es sind die Lepidopteren, Dipteren und Hymenopteren, welche durch solche Zeichen den Besitz des Geruchsinns zu erkennen geben, und alle diese Insecten haben an der obern Magenöffnung eine Saugblase, vermittelst welcher sie sowohl atmosphärische Luft, als die ihnen zur Nahrung dienenden Flüssigkeiten in den Schlund aufnehmen können. Ihr Geruchsorgan kann daher im Schlunde enthalten seyn.**)

Die Wirbelthiere besitzen insgesammt deutliche Geruchswerkzeuge, und bei allen, nur mit Ausnahme der Fischgattungen Petromyzon und Myxine, liegen diese in doppelter Zahl am vordern Ende des Kopfs über dem Munde. Die Structur derselben ist, dem Obigen gemäfs, von anderer Art bei den wasserathmenden als den luftathmenden Gattungen. Jene besitzen auf beiden Seiten des Vorderkopfs über der Schnauze zwei Höhlungen, die sich nach aussen, nicht aber in eine der innern Höhlungen des Körpers öffnen.***)

*) Biologie. B. 6. S. 311 fg.

**) Ein Weiteres hierüber habe ich in den Verm. Schriften, B. 2, S. 146, und im 6. Bande der Biologie, S. 317 fg. gesagt.

***) Nach Blainville (Principes d'Anat. comp. T. I. p. 337)

Blos bei den eben erwähnten Fischen findet diese Duplicität nicht statt. Sie haben nur eine einzige Cavität dieser Art auf dem Gipfel des Kopfs, die bei den Lampreten zu beiden Seiten in zwei blinde Gänge übergeht. Die Höhlung hat bei den Fischen überhaupt entweder nur Eine äussere Mündung sowohl zum Einlassen als zum Ausstofsen des Wassers; oder es giebt deren Eine für den erstern und eine andere für den letztern Zweck. Im ersten Fall hat die einfache, im zweiten die zum Auslassen des Wassers dienende Oeffnung Muskelfasern, wodurch sie verengert und erweitert werden kann. Obgleich also die Fische durch ihre Geruchsorgane nicht willkührlich das Wasser einziehen und ausstofsen können, so sind sie doch im Stande, das eingedrungene Wasser willkührlich zurückzuhalten. Die Höhlungen enthalten Blätter, die mit einer schleimabsondernden Haut bedeckt sind und entweder reihenweise neben einander stehen, oder divergirend von einem gemeinschaftlichen Mittelpunct nach dem Umfang der Höhlung gehen. Im erstern Fall machen sie gewöhnlich, parallel mit einander und mit der Längenaxe des Fisches gestellt, zwei Reihen aus, die durch eine Queerscheidewand von einander getrennt und daran befestigt sind. Bei den Rochen und Haien stehen auf jedem Blatt noch wieder kleinere Blätter, die von der Mitte des untern Randes desselben strahlenförmig nach oben divergiren. Auf der Schleimhaut der Blätter verbreiten sich die Riech-

soll die Gattung Myxine hiervon eine Ausnahme machen und eine Nasenhöhle haben, die sich in den Hintergrund der Mundhöhle öffnet.

nerven und sehr zahlreiche Blutgefäfse. Dieser Apparat hat eine nicht zu verkennende Aehnlichkeit mit den Kiemen der Fische. Das Wasser wird zwar nicht durch Muskelkräfte gegen die Blätter des Geruchsorgans wie gegen die der Kiemen getrieben. Dasselbe dringt aber gegen diese Blätter von selber an, so oft der Fisch beim Schwimmen den Zugang zur Geruchshöhle offen hat.

Es fehlet noch ganz an erheblichen und zuverlässigen Beobachtungen über das Riechen der Fische. Allein da zu ihren Geruchsorganen ein eigenes Nervenpaar geht, das einen ähnlichen Ursprung, Bau und Verlauf wie der Riechnerve der höhern Thiere hat, so läfst sich nicht zweifeln, dafs ihr Geruchsinn von ähnlicher Art wie der der letztern ist. Bei manchen von ihnen, z. B. den Rochen, mufs dieser Sinn sogar von gröfserer extensiver Stärke als der Gesichtsinn seyn, da diese Arten sehr starke Riechnerven, aber nur schwache Sehenerven haben. Bei andern Arten, z. B. der Scholle (Pleuronectes Platessa) und dem Kabliau (Gadus Morrhua), findet ein entgegengesetztes Verhältnifs statt. Auf einen Unterschied des Geruchsinns der Fische von dem der höhern Thiere würde man schliessen dürfen, wenn es wahr wäre, was Desmoulins*) behauptete, dafs bei jenen die Nasenzweige der Nerven des fünften Paars nicht wie bei diesen zur Schleimhaut der Riechblätter, sondern blos zur äussern Mündung der Geruchshöhle gehen. Desmoulins war aber ein unzuverlässiger Schriftsteller. Ich sahe beim

*) Anatomie des Systèmes nerveux des Animaux à vertèbres. P. II. p. 361.

Schellfisch (Gadus Aeglefinus) nicht grofse, aber zahlreiche Zweige der Nerven des fünften Paars in die Geruchsorgane selber dringen. Bei der Scholle schienen sich mir auch Nerven auf der innern Wand des kurzen Canals zu endigen, wodurch bei diesem Fisch das Wasser von aussen in die Geruchshöhle fliefst.

Alle Wirbelthiere, die luftathmend sind, und selbst die, welche neben Lungen zugleich Kiemen besitzen, nur die Wallfische ausgenommen, riechen blos vermittelst der eingeathmeten Luft, und bei ihnen steht immer das Geruchsorgan so mit den Lungen in Verbindung, dafs bei jedem Athemzug die Luft durch dasselbe in diese Theile gelangt. Sie haben stets zwei Riechwerkzeuge, die über dem Gaumen liegen, in der Regel blos durch eine Scheidewand von einander getrennt sind, und sich durch zwei vordere Mündungen nach aussen, durch zwei hintere in den Schlund über der Stimmritze öffnen. Am abweichendsten von der gewöhnlichen Form sind diese Organe bei Hypochthon, wo sie in zwei häutigen Cylindern bestehen, deren inwendige Fläche parallele, schräglaufende Falten hat, und zu welchem mit den Nerven des ersten Paars zugleich Zweige des Trigeminus gehen.*) Bei allen übrigen Wirbelthieren ist eine knöcherne oder knorpelige, meist hervorragende Nase vorhanden, in deren, durch eine Scheidewand in zwei Kammern geschiedenen Höhlung Hervorragungen (Riechbeine) liegen. Diese und die beiden Flächen der Nasenscheidewand sind

*) Abbildungen dieser Organe finden sich in meiner, schon oben erwähnten Abhandlung De encephalo etc. protei anguini.

mit einer gefäfsreichen, schleimabsondernden Haut bedeckt, auf welcher sich die Riechnerven und Zweige vom Oberkinnladenast der Nerven des fünften Paars verbreiten. Der Riechbeine giebt es durchgängig wenigstens zwei in jeder der beiden Nasenhöhlen: ein oberes, welches ein Fortsatz des Siebbeins ist, und ein unteres, das mit dem Nasentheil der obern Kinnlade zusammenhängt. Auf dem obern Bein und dem obern gröfsern Theil der Nasenscheidewand breiten sich immer die Riechnerven in Gestalt einer, aus längslaufenden Fasern bestehenden Haut aus. Zu dem untern Riechbein und dem untern, kleinern Theil dieser Scheidewand gehen die Riechzweige des fünften Hirnnerven.

In der Ausbildung der Riechbeine findet eine Stufenfolge von den Amphibien bis zu den Säugthieren statt. Bei den Salamandern, Fröschen, Schildkröten und Schlangen sind sie nur erst einfache Wulste. Zusammengesetzter werden sie bei den Eidechsen, besonders den Crocodilen, und bei den Vögeln. Diese haben drei Riechbeine: Ein oberes, mittleres und unteres. Das mittlere ist gewunden und liegt so zwischen dem obern und untern, dafs die eingeathmete Luft sich zwischen ihnen und den Wänden der Nasenhöhle verbreiten kann. Weit verwickelter ist die Structur jener Knochen bei allen Säugthieren, deren Riechnerven aus Riechfortsätzen (Corpora mammillaria) des Gehirns entspringen. Diese haben immer mehrere, meist sehr zahlreiche, walzen- oder kegelförmige obere Riechbeine, und ein unteres, das entweder bei

den Wiederkäuern, Pachydermaten und Einhufern eine lange, zu einem Cylinder oder Kegel zusammengerollte Platte, oder bei den Raub- und Nagethieren eine sich baumförmig verzweigende Lamelle ist. Von den obern Riechbeinen ist gewöhnlich das oberste weit länger und breiter als die übrigen. Man hat dieses, nach der Analogie der Riechbeine des Menschen, das obere Muschelbein, und die übrigen, die dem Menschen fehlen, Ethmoidalfortsätze genannt. Es ist aber dasselbe von den letztern im Wesentlichen nicht verschieden. Ich weifs nicht, ob bei allen Säugthieren das untere Riechbein ausschliefslich für einen Zweig des fünften Hirnnerven bestimmt ist. Beim Igel steht das untere mit dem obern in einer solchen Verbindung, dafs ein Uebergang der Nerven des ersten Paars zu dem untern möglich ist. Beim Robben aber findet bestimmt keine Verbindung beider mit einander statt. Es geht hier nach meinen und Rosenthal's Beobachtungen*) zu dem untern Riechbein blos der Nasenzweig vom fünften Paar, der neben dem Gaumennerven, unmittelbar aus dem Oberkiefernerven entspringt, und gröfser als der Gaumennerve, fast eben so dick wie der Riechnerve ist.

Den vierfüfsigen Säugthieren stehen der Mensch und die Affen in der Ausbildung der Riechbeine weit nach. Es giebt deren bei jenem und diesen drei, wie bei den Vögeln. Sie sind aber nur einfache, etwas niederwärts gebogene, beim Menschen sehr kleine, bei den Affen etwas gröfsere Platten. Die Wallfische weichen von

---

*) Verhandl. der Kaiserl. Acad. der Naturforscher. B. 4. S. 681

allen übrigen, durch Lungen athmenden Wirbelthieren darin ab, dafs sie durch Vermittelung des Wassers riechen. Sie nähern sich deswegen im Bau der Geruchsorgane den Fischen. Man findet bei ihnen an der Stelle, wo bei den übrigen Säugthieren die Nasenhöhlen sich in den Schlund öffnen, zwei solche Höhlen ohne eine äussere Nase, und in jeder derselben drei häutige Säcke, deren Wände inwendig hervorstehende Blätter haben. Sie entfernen sich dabei von allen übrigen Wirbelthieren auf eine merkwürdige Weise darin, dafs zu jenen Organen nur Rudimente von Riechnerven, dagegen aber grofse Zweige der Nerven des fünften Paars gehen. Man hat ihnen selbst diese Rudimente abgesprochen, und sonderbar ist es, dafs einige der ersten Anatomen, Tiedemann,*) Otto und Rudolphi,**) diese nicht fanden, da sich doch nach den, von Blainville, Jacobson, mir,***) von Baer†) Mayer und Oken††) gemachten Beobachtungen an der Anwesenheit derselben nicht zweifeln läfst. Dafs nur einige Arten damit versehen seyen, die man vielleicht nicht immer genau unterschieden habe, läfst sich schwerlich annehmen. Eher wäre es möglich, dafs nur entweder das Männchen oder das Weibchen diese Nerven besäfse.

Man riechet nur, wenn die Luft mit einiger Gewalt in die Nasenhöhle getrieben wird, es sey durch

*) Zeitschrift für Physiologie. B. 2. S. 258.

**) Grundrifs der Physiologie. B. 2. Abth. 1. S. 105.

***) Biologie. B. 5. S. 342.

†) Isis. 1826. H. 8. S. 807.

††) Ebendas. S. 837.

den Wind oder durch Einathmen. Der gradeste Weg für diese eindringende Luft geht aber bei den mehrsten Thieren unter den Riechbeinen weg zur Luftröhre. In die Gänge zwischen diesen Theilen gelangt die Luft nur nebenher. Doch mufs sie um so stärker auf die Riechhaut wirken, je wärmer die, schon vorher in den Gängen enthaltene Luft gegen die eindringende ist, und je stärkere Ströhmungen wegen dieser verschiedenen Temperatur in beiden entstehen. Deswegen besitzen alle warmblütige Thiere, deren Riechgänge nicht so tief und schmal sind, dafs die darin befindliche Luft immer die Wärme des Körpers beibehalten kann, eigene Höhlungen im Stirnbein, in der Oberkinnlade und in andern Theilen des Kopfs, die im Hintergrunde der Nase sich in die Riechgänge öffnen, diesen eine immer gleichmäfsig warme Luft mittheilen, und zugleich es möglich machen, dafs beim stärkern Einathmen eine gröfsere Menge Luft in die Nasenhöhle dringen kann, als dieselben sonst würden fassen können. Mit solchen Höhlungen ist aus der angeführten Ursache auch der Mensch versehen. Den Vögeln ist die Stelle derselben durch einen, unter den Backenmuskeln befindlichen Luftsack ersetzt. Alle diese Cavitäten sind blos mit einer glatten, nervenlosen Haut ausgekleidet und daher zum unmittelbaren Mitwirken beim Riechen nicht geeignet.

Der obigen Stufenfolge in der Ausbildung der Riechwerkzeuge der Wirbelthiere entspringt im Allgemeinen die Schärfe des Geruchsinns. Es giebt zwar hierüber wenig zuverlässige Erfahrungen. Doch ist soviel

gewiſs, daſs unter den Säugthieren schärfer riechende Arten als unter den Amphibien sind. Die Fische lassen sich nicht mit in Vergleichung bringen. Die mehrsten Handlungen, die man von Anregungen ihres Geruchsinns abgeleitet hat, können auch Folgen von Einwirkungen auf den Geschmacksinn seyn. Nur bei ihrer Begattung muſs, wie ich an einem andern Orte gezeigt habe,*) dem Geruchsinn eine wichtige Function zukommen.

In Betreff der Amphibien führen alle bisherige Beobachtungen auf den Schluſs, daſs sie nicht bei der Wahl ihrer Nahrungsmittel, sondern nur bei der Paarung durch den Geruch geleitet werden. Die Frösche verschlingen nicht todte, sondern blos lebende Insecten. Sie lassen sich aber dahin bringen, auch todte zu verschlucken, wenn man diese durch Hin- und Herziehen eines angebundenen Fadens in Bewegung setzt. Es muſs also das Gesicht seyn, was sie hierbei anregt. Die Männchen sollen indeſs zur Brunstzeit aus der Ferne durch die Hand angelockt werden, womit man ein Weibchen berührt hat. Die starke, moschusartige Ausdünstung mancher Eidechsen und Schlangen scheint auch ein Mittel zur Aufregung des Begattungstriebs durch Wirkung auf den Geruchsinn zu seyn.

Den Geruchsinn der Vögel hat man nach unrichtig gedeuteten Erfahrungen bald zu hoch, bald zu niedrig gestellt. Man hat fälschlich daraus auf einen scharfen Geruch der Geier geschlossen, weil sich bei einem todten Thier sehr bald eine Menge derselben aus sehr weiter Entfernung einfinden. Diese

*) Zeitschrift für Physiologie. B. 2. S. 13.

Thatsache läfst, nach Audubon's Beobachtungen,*) eine andere Erklärung zu. Die Geier leben heerdenweise, fliegen in weiten, sich vielfach durchkreutzenden Zügen, entfernt von einander, doch immer einer den andern im Auge behaltend, und schweben so gemeinschaftlich über Strecken von mehrern Meilen im Durchmesser. Sobald einer von ihnen sich auf eine Beute herabstürzt, folgen ihm die nächsten und, durch diese angelockt, nach und nach auch die entferntern, um an dem Mahl Theil zu nehmen. Audubon liefs ein todtes Schwein in einer Schlucht so verbergen, dafs kein Vogel dasselbe durch das Gesicht entdecken konnte. Es fand sich auch kein Geier dabei ein, obgleich mehrere derselben in der Nähe herumschwärmten, Hunde sich darum versammelt hatten, und der Geruch des faulenden Aases sich bis auf 30 Ellen verbreitete. Hingegen entdeckten die Geier sehr bald durch das Gesicht ein mit Blättern bedecktes, frisches Ferkel, von dessen Blut die Erde an der Stelle, wo man es versteckt hatte, gefärbt war. So sahe auch J. Johnson Raubvögel aus weiter Entfernung mit dem Winde, also unter Umständen, wobei der Geruch sie nicht leiten konnte, einem Cadaver zufliegen,**) und Faber***) bemerkt, dafs die Procellaria glacialis, obgleich sie von Aesern lebt, zu deren Auffinden ihr ein feiner Geruch sehr behülflich seyn könnte, doch ihre Beute

*) The Edinb. New. philos. Journal. Oct.—Dec. 1826. p. 172.

**) The Journal of the Royal Institution of Great Britain. Nro. 1. p. 192.

***) Ueber das Leben der hochnordischen Vögel. H. 2. S. 300.

mehr vermittelst des Gesichts als durch den Geruch aufsucht.

Aus andern, an sich wohl richtigen, aber ebenfalls unrichtig ausgelegten Beobachtungen, hat C. R. Schmid*) auf einen scharfen Geruchsinn anderer Vögel geschlossen, bei welchen, nach dem Bau ihrer Riechwerkzeuge, dieser Sinn noch weniger ausgebildet als bei den Raubvögeln seyn kann. Er glaubt, durch denselben entdecken die Haubenlerchen (Alauda cristata) an solchen Wintertagen, wo die Erde mit Schnee bedeckt ist, ihre verschneite Nahrung, so wie die Sperlinge und Haustauben die tief und sorgfältig gelegten, für uns ganz geruchlosen Erbsen in den Gärten. Wenn diese Vögel auch einen weit schärfern Geruchsinn hätten, als sie haben können, und die Erbsen für sie stark riechend wären, so würde es doch für sie eine Unmöglichkeit seyn, die unter der Erde verborgenen Körner durch den Geruch aus der Entfernung aufzuspüren. Sie werden gewifs dabei durch sichtbare Kennzeichen geleitet, die dem Beobachter entgehen, die sie aber bemerken und sich gegenwärtig erhalten.

Auf der andern Seite ist es eben so unrichtig, daraus mit Audubon auf einen sehr stumpfen Geruchsinn der Vögel zu schliessen, dafs Geier keine Zeichen von Reizung dieses Sinns äusserten, wenn neben ihnen liegendes Fleisch ihren Augen entzogen war, aber gleich Gierigkeit verriethen, sobald sie dasselbe erblickten. Sie konnten dasselbe riechen, ohne

*) Blicke in den Haushalt der Natur. Halberstadt. 1826. S. 31. 32.

durch den Geruch zur Aufsuchung des Fleisches bewogen zu werden, weil sie fühlten, dafs dieser Sinn allein sie dabei nicht leiten könne. Eben so läfst sich eine Beobachtung Johnson's an einem Toucan erklären, der ungerührt in der Nähe eines Aases blieb, das seinen Augen entzogen war, aber gleich darüber herfiel, sobald es ihm gezeigt wurde. Faber*) sahe in der That auch in Island den Raben an solchen Orten nach getrockneten Fischen suchen, wo derselbe nur durch den Geruch erfahren konnte, dafs etwas für ihn zu finden sey. Besser stimmen die Resultate von Versuchen Scarpa's**) mit dem überein, was sich aus dem Bau der Geruchswerkzeuge dieser Thiere in Hinsicht auf die Schärfe des Geruchs derselben schliessen läfst. Dieser setzte Vögeln aus mehrern verschiedenen Familien Futter in zwei Gefäfsen vor: in dem einen unvermischtes, in dem andern ein gleiches, das mit stark riechenden Sachen vermengt war. Es verriethen hierauf die hühner- und sperlingsartigen Vögel den stumpfsten, die Klettervögel, besonders der Papagei, einen feinern, die Raub- und Schwimmvögel einen noch schärfern, und die Sumpfvögel den schärfsten Geruch. Die nehmliche Stufenfolge findet in der Gröfse und Ausbildung der Riechbeine dieser Familien statt.

Sehr viele Säugthiere äussern unzweideutige Handlungen, die einen hohen Grad von Schärfe des Geruchsinns verrathen, einen so hohen, dafs man Bedenken

*) A. a. O. S. 300.

**) Disquis. anat. de auditu et olfactu. Sect. 3. C. 4. §. 21.

tragen dürfte, darin den Antrieb zu ihrem Benehmen zu suchen, wenn die Thatsachen sich aus einer andern Voraussetzung erklären liessen, und wenn nicht die Bildung ihrer Riechwerkzeuge mit der Annahme einer solchen Schärfe übereinstimmte. Schon das alltägliche Factum, dafs die Jagdhunde und andere Raubthiere dem Wilde nach dem blofsen Geruch der Fufsstapfen desselben nachgehen, ist ein Beweis dafür. Andere Beobachtungen führen auf noch auffallendere Folgerungen. Der Maulwurf schwimmt zuweilen über Gewässer, um sich auf Inseln anzusiedeln. A. Bruce hat darüber Erfahrungen bekannt gemacht, die zuverlässig zu seyn scheinen.*) Was jenen zu solchen Reisen bewegt und dabei leitet, kann blos der Geruchsinn seyn, da seine Augen nur zum Uebersehen eines sehr kleinen Gesichtskreises gebildet sind. Nach Rengger's,**) in Paraguay gemachten Beobachtungen wittert das Hornvieh oft fünf bis zehn Stunden weit das Wasser und geht demselben nach. Im äussersten Norden von Amerika halten sich, wie Hearne***) erzählt, während des Winters die männlichen Rehe westwärts, die Weibchen ostwärts in den Gehölzen auf. Vom Mai an ziehen jene diesen, diese jenen entgegen. Im November kehren die erstern nach Westen, die letztern nach Osten zurück. Was kann sie zu einander ziehen und leiten als der Geruchsinn? Erwägt man

---

*) Transact. of the Linnean Society. Vol. III. p. 5.

**) Naturgeschichte der Säugthiere in Paraguay. S. 337.

***) Reise nach dem nördlichen Weltmeer. Uebers. von M. C. Sprengel. S. 139.

die Gröfse der Riechfortsätze jener Thiere, die enge Verbindung dieser Organe mit dem ganzen Gehirn, wovon sie einen Hauptheil ausmachen, und die grofse Ausdehnung der Flächen, worüber sich die Zweige derselben ausbreiten, so kann man auch nicht anders als annehmen, dafs Beschaffenheiten der Atmosphäre, wofür wir kein Reagentien haben, auf das Gehirn jener Thiere wirken müssen; dafs die riechbare Welt die ist, worin sie vorzüglich leben, und dafs die meisten ihrer Triebe, Affecten und Handlungen im Geruchsinn begründet sind.

Die Riechfortsätze fehlen dem Gehirn des Menschen und der Affen. Bei beiden sind sowohl die eigentlichen Riechnerven als die zu den Riechbeinen gehenden Zweige des fünften Nervenpaars weit kleiner als bei allen übrigen Säugthieren, mit Ausnahme der Wallfische, und dieser Kleinheit entspricht die geringe Ausbildung ihrer Riechbeine. Ihr Geruchsinn mufs daher weit unter dem der Säugthiere stehen, die mit jenen Fortsätzen versehen sind. Diesem Schlufs scheinen zwar einige angebliche Erfahrungen zu widersprechen. Man hat von einer ausserordentlichen Schärfe des Geruchsinns wilder Völker erzählt. Manche von diesen sollen wie die Spürhunde andern Menschen und dem Wilde vermittelst desselben nachgehen. Allein man hat gewifs hierbei, wie in den obigen Fällen bei den Vögeln, vom Geruch abgeleitet, was Folge eines scharfen und geübten Gesichts war. Im 2ten Band der Reise des Prinzen von Wied-Neuwied nach Brasilien (S. 46 der Ausg. in 8vo) wird von den Botocuden

gesagt: „Sie sollen an der Spur die verschiedenen „Nationen erkennen, die Fährte durch den Geruch „errathen und sich zu dem Ende reingefegte Pfädchen „bereiten.“ Diese Angabe beruhet aber, wie die Worte „sie sollen“ beweisen, nicht auf eigenen Beobachtungen des Verfassers. Dagegen sagt Barrow*) ganz bestimmt von den Hottentotten: Es gebe kein, ihnen bekanntes Thier, dessen Fährte sie nicht an der Form unterscheiden können; sie würden die Fufsstapfen irgend eines ihrer Gefährten unter Tausenden ausfindig machen. Und so erzählt auch Burkhardt Beispiele von der Geschicklichkeit der Araber, Menschen und Thiere an den Fufsspuren durch das Gesicht zu erkennen, die unglaublich seyn würden, wenn sie von einem weniger zuverlässigen Beobachter angegeben wären.**) Dafs übrigens, wie Rengger in seiner Naturgeschichte der Säugthiere von Paraguay (S. 11) sagt, die Guaranis stundenweit den Brand eines Feldes riechen und auf ziemlich grofse Entfernung die Pecaris, die Männchen einer Art von Feldhirsch, den Kaiman und manche Schlangenarten wittern, beweiset nichts für einen ungewöhnlich scharfen Geruch dieser Menschen. Im Bremischen und Oldenburgischen riecht Jeder den Brand angezündeter Haiden nicht nur stunden-, sondern meilenweit, wenn der Wind von der Seite des Feuers herweht. Die Pecaris u. s. w. haben einen starken Moschusgeruch. Kräftigen Moschus kann aber eben-

*) Reise in das Innere von Südafrika in den Jahren 1797 und 1798. Leipz. 1801. S. 452.

**) The Journal of the Royal Institution. Nro. 4.

falls jeder Europäer, der einen nicht zu stumpfen Geruchsinn hat, bei günstigem Winde in einer beträchtlichen Entfernung riechen. *)

Die Wallfische müssen wegen der geringen Ausbildung ihrer Riechnerven ebenfalls in Hinsicht auf den Geruchsinn weit unter den mit Riechfortsätzen versehenen Säugthieren stehen, obgleich ihnen dabei die Stärke der vom fünften Nervenpaar zu ihren Riechhäuten gehenden Zweige wohl von gewisser Seite ersetzen kann, was ihren Riechnerven an Masse abgeht. Aus den bisherigen Beobachtungen über ihren Geruchsinn läfst sich nichts Sicheres abnehmen. Anderson **) berichtet: eine gewisse Wallfischart werde verjagt, wenn man ihr Castoreum oder Wacholderholz entgegenwerfe. Flemming ***) führt zum Beweise der Gegenwart des Geruchsinns bei den Cetaceen aus eigener Erfahrung an, dafs, wenn ein Nordcaper (Grampous) einem Schiffe folgt, derselbe gleich entflieht, sobald Pumpenwasser ins Meer gelassen wird, und Pléville-le-Peley sahe die Wallfische sich jedesmal aus dem Gesichtskreise entfernen, wenn das faule Wasser aus den Fischerbooten ins Meer ge-

*) Man vergleiche hiermit, was ich über diesen Gegenstand schon im 6. Band der Biologie, S. 254 fg. gesagt habe. Die dortige Angabe (S. 256), dafs sich in der Reise des Prinzen von Wied-Neuwied nichts über den Geruchsinn der Botocuden finde, bezieht sich nur auf den 1ten Band dieses Werks. Der 2te war bei der Herausgabe des 6ten Bandes der Biologie noch nicht erschienen.

**) Nachrichten von Island u. s. w. S. 24.

***) Philosophy of Zoology. Vol. 2. p. 205.

schüttet wurde. *) Bei diesen Erfahrungen bleibt es aber zweifelhaft, ob die Substanzen, wodurch jene Thiere verjagt werden, auf das Geschmacks- oder Geruchsorgan derselben wirken.

Die vorstehenden Bemerkungen über die Stufenfolge im Geruchsinn der Thiere gelten von demselben nur im Allgemeinen. Er hat, wie jeder andere Sinn, Modificationen, wodurch jene Folge im Einzelnen abgeändert wird. Eine Hauptverschiedenheit desselben besteht darin, dafs er sich bei einigen Thieren mehr als das Vermögen zu spüren, bei andern mehr als das Vermögen zu wittern äussert. Beim Spüren wird er durch willkührliches Einziehen der Luft, beim Wittern durch Einströhmen der vom Winde in die Nasenlöcher getriebenen Luft erregt. Spürende Thiere sind die, welche ästige untere Riechbeine mit engen, sehr verwickelten Gängen, in welche die Luft nur langsam eindringen kann, und einen engen untern Nasengang haben; witternde die, deren untere Riechbeine lange, zu einem Cylinder aufgerollte Platten mit weiten, ununterbrochenen Zwischenräumen zwischen den Windungen sind, durch welche letztere die in den weiten untern Nasengang eindringende Luft durchstreichen kann. Jene riechen mehr in der Nähe als in der Ferne, sind dabei von der Bewegung der Luft nicht sehr abhängig, und haben zum Behuf des stärkern Einathmens eine sehr bewegliche äussere Nase. Diese riechen auf sehr weite Entfernungen, doch nur dem

*) Lacépède Hist. nat. des Cétacées. T. I. p. 111 der Pariser Ausgabe in 12mo vom Jahre 1809.

Winde entgegen, und können die äussere Nase zum Einathmen wenig oder gar nicht bewegen, obgleich sie bei Manchen wohl zu andern Zwecken sehr beweglich ist. Bei den witternden Thieren müssen die Geruchsnerven plötzlicher als bei den spürenden gerührt werden.

Unter den witternden Säugthieren nehmen die Wiederkäuer die erste Stelle ein. Ihnen folgt das Schwein mit dessen Verwandten, und diesen das Pferd mit den übrigen Einhufern. Bei dem Pferd ist zwar die äussere Form des untern Riechbeins von ähnlicher Art wie bei den Wiederkäuern. Aber die Wände desselben sind allenthalben durchlöchert, und auf der inwendigen Fläche dieser Wände stehen senkrechte Scheidewände, welche kein so schnelles Einströhmen der Luft wie bei den Wiederkäuern gestatten. Das Pferd riecht daher nicht auf so weite Entfernungen, doch in der Nähe besser als das Hornvieh. Das Reh wittert einen Menschen schon auf 300 Schritte; *) hingegen die Pferde von wilder Raçe in Paraguay riechen einen Jaguar auf höchstens 50 Schritte, beriechen aber gewöhnlich ihren Reiter in dem Augenblick, wo er aufsteigt. **) Wie das Pferd so hat auch der Maulwurf ein grofses unteres Riechbein mit durchlöcherten Wänden. Aber es giebt bei diesem darin keine Scheidewände. Zu den witternden Thieren gehören ferner nach

*) Naturgeschichte der in der Schweiz einheimischen Säugthiere von Römer und Schinz. S. 305.

**) Rengger a. a. O. S. 337.

dem Bau ihrer Riechbeine die zahnlosen Säugthiere *) und die sämmtlichen Vögel und Amphibien. Alle diese Thiere ziehen nie, wie die spürenden, eine gröfsere Menge Luft wie gewöhnlich durch die Nasenlöcher ein, um schärfer zu riechen. Bei den Vögeln steht es mit der Beschaffenheit ihres Geruchsinns in Beziehung, dafs sie soviel wie möglich dem Winde entgegenfliegen. **)

Spürende Thiere finden sich blos unter den Säugthieren. Die ersten derselben sind die Raubthiere. Diesen folgen die Nager, die Beutelthiere und der Igel. Zwischen ihnen und den witternden stehen die Fledermäuse, die Affen und der Mensch. Die spürenden Thiere riechen, wie schon gesagt ist, schärfer in der Nähe als in der Ferne. Doch ist darum nicht bei allen der Geruch nur auf eine kleine Entfernung beschränkt. Der Eisbär riecht, indem er seinen Kopf erhebt und die Luft einschnaubt, das Aas eines Wallfisches aus einer sehr grofsen Weite. ***)

Wahrscheinlich steht der Unterschied zwischen dem Vermögen zu spüren und zu wittern noch mit andern Verschiedenheiten des Geruchsinns in Verbindung, zu deren Bestimmung es noch an Erfahrungen fehlt. Auf jeden Fall geschieht das Riechen bei allen Landthieren durch ein gemeinschaftliches Wirken der Riechnerven und der Riechbeinnerven des fünften Paars. Die letztern können nicht etwa nur zum Behuf der

---

*) Die Schnabelthiere nach Home's Beschreibung der Riechbeine des Ornithorynchus paradoxus und Hystrix, die indefs sehr mangelhaft ist. Philos. Transact. Y. 1800. p. 434. Y. 1802. p. 78. 354.

**) Biologie. B. 6. S. 287.

***) Scoresby Account of the arctic regions etc. Vol. I. p. 517.

Ernährung der Riechhaut oder zur Vermittelung der darauf vorgehenden Absonderungen vorhanden seyn: denn bei vielen Säugthieren sind nur sie es, die sich auf dem untern Riechbein verbreiten, in dessen vielen und sehr verschlungenen Gängen die Riechhaut vielleicht eine gröfsere Fläche als auf den obern Riechbeinen einnimmt. Gegen den Schlufs, der sich aus dieser Thatsache ergiebt, können keine mangelhafte pathologische Beobachtungen etwas beweisen. Es sind Fälle aufgezeichnet, wo bei zerstöhrten Riechnerven des Menschen der Geruch fehlte; andere, wo er dabei fortgedauert haben soll,*) und noch andere, wo er bei Thieren nach Durchschneidung der Nerven des ersten Paars geblieben, hingegen nach Durchschneidung der Riechbeinzweige des fünften Paars aufgehoben zu seyn schien.**) Ein gewisses Riechen ist ohne Zweifel sowohl allein durch die Nerven des ersten Paars, als allein durch die eben genannten Zweige möglich. Aber der Geruch ist gewifs in beiden Fällen schwächer als im natürlichen Zustande und von dem natürlichen Geruch sehr verschieden.

*) Biologie. B. 6. S. 265. Rudolphi's Grundrifs der Physiol. B. 2. Abth. 1. S. 115.

**) Nach Magendie's Versuchen in dessen Journ. de Physiol. T. IV. p. 169.

Der Geschmack.

Wie durch den Geruch die in der Luft aufgelösten Materien, so werden durch den Geschmack die, welche das Wasser aufgelöst enthält, erkannt. Beide Sinne sind nahe mit einander verwandt, und dieser ist sehr abhängig von jenem. Manche riechbare Substanzen haben den, ihnen eigenthümlichen Geschmack nur dann, wenn sie beim Schmecken zugleich auf die Geruchswerkzeuge wirken. Im Finstern und bei verstopfter Nase soll Campher wie gepfeffertes Brod, und Asa foetida wie Campher schmecken.*) Der Geschmack ist aber auch abhängig vom Gesichtsinn. Selbst guten Weinkennern ist es nicht immer möglich, in der Finsternifs weissen und rothen französischen Wein blos am Geschmack von einander zu unterscheiden. Es hängt auch kein Sinn so sehr von der Stimmung aller übrigen Organe, besonders der Verdauungswerkzeuge, ab als der des Geschmacks. Die Qualität seiner Em-

*) Nach Versuchen Rousseau's (Journal universel des sc. médic. T. XXXI. 1813. p. 231) und Chevreul's (Journ. de Physiol. par Magendie. T. IV. p. 127). Rousseau hat aus den seinigen sehr unrichtig den viel zu allgemeinen Schlufs gezogen: dafs die innern Theile des Mundes beim Schmecken nur eine untergeordnete Rolle haben und blos für die mechanische Einwirkung der schmeckbaren Substanzen empfänglich sind, wenn nicht das Geruchsorgan mit ihnen zu gleicher Zeit wirkt. Nicht riechbare Substanzen von sehr verschiedenem Geschmack, z. B. eine Zuckerauflösung und ein Quassiendecoct, lassen sich auch bei verstopfter Nase blos durch Schmecken leicht von einander unterscheiden. Richtiger ist Chevreul's Eintheilung der Substanzen, die eine Empfindung im Munde erregen, in solche, die blos auf das Getast, auf das Getast und den Geruch, auf das Getast und den Geschmack, oder auch auf alle drei Sinne zugleich wirken.

pfänglichkeit für Eindrücke wird ferner durch eine angeerbte Stimmung und durch Gewohnheit bestimmt. Aus diesen Ursachen spieen Esquimaux von einem bis dahin unbekannten Stamm, die J. Rofs auf seiner Entdeckungsreise fand, Zwieback und gesalzenes Fleisch mit Eckel wieder aus. *)

Der Geschmack ist deswegen mehr subjectiv als alle übrige Sinne. Er verschafft Empfindungen, die oft blos angenehm oder unangenehm sind, ohne Aufschlufs über die Qualität der äussern Ursachen, wodurch sie erregt werden, zu geben. Darum ist bei den Thieren nicht so sehr dieser Sinn, als vielmehr der Geruch, das Gesicht oder das Getast erster Wächter bei der Aufnahme der Speise und des Tranks, und da, wo er es auch zu seyn scheint, wird doch, wie wir unten zeigen werden, das Schmecken durch Riechen vermittelt. Nur bei dem Menschen ist er es mehr als bei den Thieren. Aber dieser besitzt auch das Vermögen, das den mehresten der letztern fehlt, das durch den Geschmack Geprüfte gleich wieder durch willkührliche Bewegungen der Zunge und der Muskeln des Mundes auswerfen zu können, wenn es ihm nicht angemessen ist. Die meisten Thiere rühren entweder das ihren übrigen Sinnen Widrige gar nicht an, oder lassen es aus den Seiten des Mundes wieder fallen. Das Letztere thun z. B. die Enten, Gänse und Schwäne.**)

Die allgemeinen Bedingungen des Geschmacks sind:

---

*) J. Rofs's Entdeckungsreise, um Baffins-Bay auszuforschen, übersetzt von Nemnich. Leipzig. 1820. S. 46.

**) Faber a. a. O. S. 301.

Auflösung der schmeckbaren Dinge in einer geschmacklosen Flüssigkeit, und Wirkung der Auflösung auf eine nervenreiche Fläche, die sich am Eingang des Nahrungscanals befindet und der Durchdringung durch Flüssigkeit fähig ist. Mit Hülfe dieser Charactere allein läfst sich indefs auf die Gegenwart des Geschmacksinns noch nicht schliessen. Wenn Bestandtheile der Speisen in einem geschmacklosen Speichel aufgelöst werden, so kann die Auflösung eine sonstige Beziehung als auf den Geschmack haben. Eine nervenreiche Fläche kann auch blos des allgemeinen Gefühls wegen vorhanden seyn, und ob eine solche leicht Flüssigkeiten annimmt, ist oft schwer auszumachen. Die Handlungen der Thiere, die vom Geschmack herrühren, sind meist so zweideutig, dafs sie ebenfalls keinen Aufschlufs geben können. Um über die Verbreitung des Geschmacksinns im Thierreich etwas auszumachen, ist es daher nothwendig, die Analogie der Geschmackswerkzeuge des Menschen als derer, worin dieser Sinn von gröfserer Schärfe als bei den übrigen Thieren zu seyn scheint, zu Hülfe nehmen.

Das Hauptwerkzeug des Geschmacks beim Menschen ist bekanntlich die Zunge. Aber sie ist nicht das einzige. Es giebt mehrere zuverlässige Fälle von Menschen, denen die Zunge ganz fehlte und die doch schmecken konnten.*) Es fand hier nicht etwa, wie Rudolphi**) vermuthet, mehr ein Riechen als ein

*) Biologie. B. 6. S. 226.

**) A. a. O. B. 2. Abth. 1. S. 93.

Schmecken statt: denn Blumenbach*) bemerkt ausdrücklich, ein von ihm beobachteter Mensch, der ohne Zunge gebohren war, habe von Salzen, Zucker und Aloe, also geruchlosen Substanzen, bei verbundenen Augen den Geschmack richtig angegeben, und nach W. Horn's**) Versuchen werden viele Materien bei jedem Menschen auch am weichen Gaumen geschmeckt. Nach Guyot's und Admyrault's Erfahrungen soll zwar dieser Theil, so wie die ganze inwendige Fläche der Lippen und Wangen, der Geschmacksempfindung fremd seyn und nur ein kleiner Theil des Gaumensegels, der keine bestimmte Gränzen hat, das Vermögen zu schmecken besitzen. †) Allein bei Versuchen, die ich an mir selber mit einem Süfsholzdecoct machte, empfand ich in mehrern Fällen deutlich den Geschmack dieses Holzes, obwohl sehr schwach, wenn ich einigeTropfen dieser Flüssigkeit gegen die inwendige Fläche der Wangen drückte. In andern Fällen bemerkte ich ihn nicht. Der Erfolg dieser Versuche hängt aber sehr von der Stimmung der Geschmacksorgane, der Menge des Speichels, womit sie befeuchtet sind, und dem Grad des Eindringens der angewandten Substanz in die Nervenwärzchen ab. Sobald diese beim Offenhalten des Mundes trocken werden, verliehrt sich die Empfänglichkeit für Geschmackseindrücke selbst auf der Zunge.

Die menschliche Zunge zeichnet sich im Äussern

*) Handbuch der vergleichenden Anatomie. 1te Ausg. S. 330.

**) Ueber den Geschmackssinn des Menschen. Heidelb. 1825.

†) Notizen aus dem Gebiet der Natur- u. Heilk. 1830 No. 581.

vor andern Organen vorzüglich durch die Menge und Gröfse der Nervenwärzchen auf ihrer obern Seite und an ihren Rändern, durch die Zartheit ihrer Epidermis und die lockere Textur ihrer Haut aus. Diese Papillen sind theils kleinere, kegel- oder fadenförmige, theils gröfsere, pilz- oder kelchförmige. Die kleinern finden sich auch am weichen Gaumen. Sie sind, ihre gröfsere Länge und Weichheit abgerechnet, von ähnlicher Structur wie die Nervenwärzchen an den Fingerspitzen und an den übrigen Tastorganen. Sie können also auch an der Zunge und am Gaumen blos des Getastes wegen vorhanden seyn. Den pilz- und kelchförmigen ähnliche Wärzchen giebt es dagegen an keinem Theil, der blos zum Tasten dienet. Diese lassen sich daher als blos für den Geschmack bestimmt annehmen. Indefs sie bestehen in der That aus einfachen Papillen, die zu einer einzigen Masse mit einander verbunden sind, auf welcher eine stärkere Schleimabsonderung als auf der übrigen Oberfläche der Zunge statt zu finden scheint. Der Geschmack kann also in ihnen nur schärfer als in den einfachen Wärzchen seyn, in diesen aber auch nicht ganz fehlen. Die Einwirkung der schmeckbaren Dinge auf das Geschmacksorgan mufs nun durch die Wärzchen der Oberfläche desselben extensiv sehr vermehrt werden. Die Papillen haben überdies Aehnlichkeit mit den Darmzotten und scheinen mit diesen auch darin übereinzukommen, dafs sie die Flüssigkeiten, wovon sie berührt werden, sehr schnell einsaugen. Ihr starkes Absorbtionsvermögen mufs auch den intensiven Einflufs der schmeckbaren Substanzen auf den

Geschmacksinn sehr vermehren. Die Wärzchen sind aber darum nicht nothwendige Bedingungen des Geschmacks. Das Nehmliche, was durch sie erreicht wird, kann auch durch ähnliche häutige Falten bewirkt werden, wie im Darm der Amphibien und Fische die Darmzotten ersetzen, und selbst bei einer ganz glatten Oberfläche des Geschmacksorgans kann doch das Vermögen zu schmecken, wenn auch im mindern Grade als bei einer günstigern Bildung, vorhanden seyn.

Es gehen beim Menschen drei verschiedene Nerven zur Zunge: der Hypoglossus, der Glossopharyngäus und der Zungenast des fünften Paars. Der gewöhnlichen, doch unbewiesenen und unwahrscheinlichen Meinung nach ist dieser Ast der eigentliche Geschmacksnerve. Man kann denselben zwar am weitesten nach der Spitze der Zunge verfolgen. Er steht aber sowohl mit dem Zungenfleisch- als dem Zungenschlundkopfnerven in Verbindung, und es ist sehr schwer, vielleicht gar nicht auszumachen, von welchem der drei Zungennerven jeder einzelne, zu den Papillen des Rückens und Randes der Zunge, besonders den pilz- und kelchförmigen, gehende Zweig herrührt. Parry hat einen Fäll bekannt gemacht, wo von einem Druck auf den Zungenast des fünften Paars der einen Seite der Geschmack in der, diesem Nerven angehörigen Hälfte der Zunge aufgehoben war, das Bewegungs- und Tastvermögen derselben aber nicht gelitten hatte. Nach einer andern, von Albin herrührenden Erfahrung hatte nach Durchschneidung des Zungenfleischnerven

der Geschmack gelitten.*) Die eine Beobachtung beweist so wenig als die andere, dafs der Geschmack ausschliefslich von dem einen oder dem andern Nerven abhängig ist. Entsteht doch auch nach Verletzung der Ciliarnerven des Auges Blindheit, obgleich diese Nerven nicht unmittelbar zur Aufnahme und Fortpflanzung der Gesichtseindrücke dienen. Soviel ist jedoch gewifs, dafs der Zungenfleischnerve der Hauptbewegungsnerve der Zunge ist; dafs der Zungenast des fünften Paars für sich schon einen gewissen Grad oder eine gewisse Art des Geschmacks bewirken kann, da die Gaumenwärzchen, denen doch auch das Vermögen zu schmecken nicht ganz fehlt, blos Fäden von den Nasengaumennerven jenes Paars erhalten, und dafs auch der Zungenfleischnerve dieses Vermögen besitzen mufs, weil sich von ihm Fäden bis in die kelchförmigen Papillen der Zunge verfolgen lassen. Wir werden also ein zungenähnliches Organ der Thiere für ein Geschmacksorgan halten dürfen, wenn dasselbe Nerven hat, die mit den dreierlei Zungennerven des Menschen übereinkommen. Es wird sich aber nicht annehmen lassen, einem solchen Organ fehle der Ge-

*) Biologie. B. 6. S. 234 fg. Der letztere Fall ist der oft besprochene in Heuermann's Physiologie, der aber so oberflächlich erzählt ist, dafs sich nicht viel darauf bauen läfst. Es ergiebt sich aus dem, was Heuermann davon sagt, nicht, ob Albin die Beobachtung selber gemacht, oder nur mitgetheilt erhalten hat; ob der Zungenfleischnerve nur auf der einen, oder auf beiden Seiten durchschnitten war; ob sich der Geschmack ganz verlohren hatte, oder nur stumpfer geworden war, und welchen Einflufs die Operation auf das Bewegungsvermögen der Zunge gehabt hatte.

schmacksinn ganz, wenn es nur Einen dieser Nerven besitzt. Selbst ein Theil, in welchem andere Gründe den Sitz dieses Sinns vermuthen lassen, wird für ein Geschmacksorgan gelten dürfen, wenn seine Nerven auch nicht mit den Zungennerven des Menschen verglichen werden können.

Wenden wir diese Kennzeichen eines Geschmacksorgans zuerst auf die Landsäugthiere an, so folgt, dafs denselben insgesammt der Sinn des Geschmacks zukommen mufs. Sie besitzen eine Zunge, die als Bewegungsorgan einerlei Bau und einerlei Verrichtungen mit der menschlichen hat, in den nehmlichen Verhältnissen zu den übrigen Theilen des Mundes wie die des Menschen steht, und ähnliche Nerven und Papillen wie diese hat. Bei den vierfüfsigen Säugthieren haben zwar die conischen Zungenwärzchen in der Regel eine steife Scheide mit einer nach hinten gerichteten, hornartigen Spitze oder Schuppe, die ihnen als Geschmackswerkzeugen den Werth benimmt. Aber die pilz- und kelchförmigen Wärzchen sind doch bei ihnen immer ohne einen solchen Ueberzug. Nur sind die letztern meist auf ihrer Zunge in geringerer Zahl als auf der des Menschen zugegen, und oft auch mit einer nicht so dünnen Oberhaut wie auf dieser überzogen.

Hiernach kann freilich die Zunge der mehresten Säugthiere keinen so feinen Geschmack als die menschliche haben. Doch sind manche dieser Thiere auf andere Art dafür entschädigt. Bei einigen haben andere Theile des Mundes ganz den Bau der Geschmacksorgane.

Zu solchen gehören die Fledermäuse. Diese haben wenig ausgebildete Geruchswerkzeuge. Und doch sind sie gar nicht gleichgültig in der Auswahl ihrer Speisen. Ihre Zunge kann sie dabei wenig leiten. Diese ist bei Vespertilio myosotis Bechst. mit einer dicken und festen Oberhaut bedeckt. Die conischen Papillen derselben sind steif und hart. Die pilzförmigen stehen nur sehr einzeln, und der kelchförmigen giebt es nur zwei. Mit weit gröfsern und zartern Wärzchen ist dagegen die innere Wand der Backen besetzt. Es giebt auf derselben sehr viele kegelförmige Papillen, und zwischen diesen, auf einem vordern Wulst jeder Seite, eine kelchförmige. Die kegelförmigen haben eine dünne Oberhaut und in Verhältnifs zur Kleinheit des Thiers eine beträchtliche Höhe und Breite.

Bei mehrern Säugthieren ist auch, um sie für die Stumpfheit des Geschmacksinns ihrer Zunge zu entschädigen und sie bei der Wahl ihrer Nahrungsmittel desto sicherer zu leiten, der Sinn des Geschmacks mit dem des Geruchs in Verbindung gesetzt. Alltägliche Erfahrungen und besonders auch Linné's*) Versuche beweisen, dafs die wiederkäuenden Thiere unter vielen Kräutern die, ihnen zur Nahrung angemessenen sehr genau zu unterscheiden wissen. Man hat geglaubt, der Geruchsinn leite sie dabei auf die gewöhnliche Art. Wenn man aber Acht giebt, wie sich die Rinder beim Weiden benehmen, so wird man sich vom Gegentheil überzeugen. Sie beriechen nicht jedes einzelne Kraut, sondern schneiden dasselbe

*) Amoen. acad. Vol. II. p. 262.

ohne Weiteres mit den Kinnladen ab, und werfen es, wenn es ihnen nicht angemessen ist, zur Seite. So findet man immer auf bemoosten Wiesen, worauf Kühe weiden, ganze Haufen ausgerissenen und zusammengeballten Mooses. Die Zunge kann ihnen bei der Auswahl noch weniger als die Nase nützen. Es gehen aber bei ihnen von dem vordern Grund der Nasenhöhlen zur Mundhöhle zwei Gänge, die Stensonschen Canäle, die von Fortsätzen der innern Nasenhaut gebildet werden und sich hinter dem vordern Rand des Zwischenkieferbeins auf einer grofsen Papille öffnen, in welcher sich Zweige der Nasengaumennerven endigen. In die Ausgänge dieser Canäle öffnen sich zwei andere, längere und weitere knorpelige Röhren, die Jacobsonschen Organe, die zu beiden Seiten neben dem untern Rand der knorpeligen Nasenscheidewand liegen, und ebenfalls mit Fortsätzen der Riechhaut ausgekleidet sind. In diesen endigen sich nicht nur auch Zweige der Nasengaumennerven, sondern überdies noch zwei besondere, längs der Nasenscheidewand auf jeder Seite herablaufende Aeste der Nerven des ersten Paars, die sich nicht mit denen der Nasenscheidewand und der Riechhaut verbinden. Indem die mit riechbaren Stoffen geschwängerte Luft aus der Mundhöhle in diese letztern Röhren dringt, wirkt sie auf Riechnerven, und es entsteht ohne Vermittelung der Nasenhöhle Geruchsempfindung. Wenn hingegen die Feuchtigkeit der Nasenhöhle, geschwängert mit riechbaren Stoffen, welche die eingezogene Luft darin abgesetzt hat, durch die Stensonschen Gänge in den Mund fliefst, so ent-

steht die Empfindung des Geschmacks von Materien, wovon die flüchtigen Theile in die Nase aufgenommen sind. Es ist also begreiflich, wie die Wiederkäuer durch den Geruchsinn, aber ohne Hülfe der von aussen in die Nase eindringenden Luft, das in den Mund genommene Futter riechen können, und es folgt zugleich hieraus, dafs sie auch das Vermögen besitzen müssen, das ihnen angemessene Futter aus der Ferne durch die, bei ihnen auf den Geschmacksinn wirkenden riechbaren Ausflüsse desselben zu erkennen.

Diese Organe sind nicht blos den Wiederkäuern, aber auch nicht allen Säugthieren eigen. Die Jacobsonschen Röhren finden sich, nach Rosenthal's Untersuchungen,*) auch bei dem Schwein und Pferde, aber nicht bei dem Hasen, Hunde und Menschen. Die Stensonschen Canäle sind allgemeiner vorhanden, doch nicht immer mit den Jacobsonschen Röhren verbunden. Sie fehlen bei dem Pferde. Der Mensch besitzt sie. Aber sie sind nicht bei allen Menschen offen. Einige, aber nicht alle Menschen schmecken daher vorne im Munde riechbare Stoffe, die bei verschlossenem Munde durch die Nase mit der Luft eingezogen sind, wie schon Schneider**) beobachtete und wie ich aus eigener Erfahrung bestätigen kann.

Sehr abweichend von den übrigen Säugthieren sind in Betreff der Zunge die Wallfische. Sie hat bei diesen sehr wenig Beweglichkeit und gar keine Nerven-

*) Zeitschrift für Physiologie. B. 2. S. 289.

**) De osse cribriformi. p. 513.

wärzchen. Darum kann sie zwar, nach dem, was oben gesagt ist, sehr wohl Geschmacksorgan seyn, und grade der Umstand, dafs sie wegen ihrer geringen Beweglichkeit und der ihr fehlenden Papillen zu einem Tastorgan untauglich ist, läfst den Sitz des Geschmacksinns in ihr, die doch gewifs eine Bestimmung hat, vermuthen. Da sie indefs in Rücksicht auf ihre innere Organisation und besonders auf die zu ihr gehenden Nerven noch gar nicht untersucht ist, so läfst sich nichts Weiteres über sie sagen.

Näher ist von anatomischer Seite die Zunge der Vögel bekannt. An dieser ist vorzüglich der Umstand merkwürdig, dafs sie keine Zweige vom fünften Nervenpaar erhält, wohl aber die Zungenfleisch- und Zungenschlundkopfnerven mit der Zunge der Säugthiere gemein hat. Jene gehen zu ihren Muskeln und zur Oberfläche ihrer Rückenseite, diese zu ihrem vordern Ende. Hiernach mufs, wenn sie Geschmacksorgan ist, der Geschmack in ihr anders als bei den Säugthieren modificirt seyn. Vielen Vögeln, besonders denen, deren Nahrung in harten Körnern besteht, die von ihnen unzermalmt verschluckt werden, kann sie aber nicht zum Schmecken, sondern nur zum Sondiren dienen. Es fehlen ihr bei diesen ganz die Weichheit, die schwammige Textur und die zarte Haut, die zu einem Geschmacksorgan erforderlich sind. Sie hat bei ihnen keine Nervenwärzchen, dagegen aber an ihrer Spitze zum Behuf des Sondirens kleine Federn oder hornartige Spitzen. Auch sind im Munde dieser Vögel keine sonstige Theile enthalten, die für den Geschmack-

sinn bestimmt seyn könnten. Andere Vögel haben aber allerdings eine Zunge, die der Sitz dieses Sinns seyn kann. Man hat schon längst und mit Recht denselben in der weichen, mit Papillen besetzten Zunge der Papageien angenommen, die auch deutliche Zeichen von Geschmacksempfindungen äussern. Die Zunge der Eulen und Enten hat ebenfalls auf ihrer obern Seite eine Weichheit und einen papillösen Bau, die in ihr ein Geschmackswerkzeug vermuthen lassen. Doch auch manchen körnerfressenden Vögeln scheint der Geschmacksinn in der Zunge nicht zu fehlen. Auf der Zunge der Loxia Pyrrhula sieht man keine Nervenwärzchen, solange sie von ihrer äussern Haut bedeckt ist. Ihre ganze obere Seite aber erscheint nach dem Abziehn der Epidermis mit kleinen, weichen Papillen bedeckt. Zum Tasten sind diese Wärzchen, ihres glatten Ueberzugs wegen, unbrauchbar. Sie können aber darunter sehr wohl zum Schmecken dienen.

Wie bei den Vögeln so sind auch bei den Amphibien und Fischen Theile, die nur eine Beziehung auf den Geschmacksinn haben können, einigen Gattungen eigen, hingegen andern, diesen oft nahe verwandten Gattungen nicht verliehen. Die Zunge der Amphibien hat in der Regel bei denen, die sie weit aus dem Munde hervorstrecken und zum Tasten gebrauchen können, nicht die Erfordernisse eines Geschmacksorgans. Sie besitzt aber dieselben oft da, wo sie wenig oder gar nicht beweglich ist. Von dieser Art ist sie bei mehrern Schildkröten, verschiedenen Gattungen der Eidechsen und den Salamandern. Bei

der Mydasschildkröte ist sie zwar ohne Nervenwärzchen, doch weich, an allen Seiten befestigt und wenigstens nicht zum Tasten eingerichtet. Bei den Gattungen Emys und Terrapene vertritt ihre Stelle ein fleischiger Wulst vor der Stimmritze, der bei Terrapene clausa stark hervorragt und auf seiner ganzen Oberfläche zarte, länglichrunde, concentrisch um seinen Mittelpunct und gedrängt neben einander stehende häutige Blätter hat. Die Eidechsen machen, nach Dugès's Angabe,*) wenn man ihnen scharfe Sachen in die Kehle bringt, Anstrengungen, sich derselben wieder zu entledigen. Ist dies der Fall, so kann man ihnen nicht den Sinn des Geschmacks absprechen. Hingegen läſst sich die Zunge der Frösche, der Kröten und des Chamäleons kaum für ein Geschmacksorgan halten. Sie ist zwar bei den Fröschen und Kröten allenthalben, beim Chamäleon an ihrem vordern Ende weich, aber zum Behuf des Insectenfangs mit einem so dicken, klebrigen Schleim überzogen, daſs schmeckbare Substanzen schwerlich einen Eindruck auf sie machen können. Es liegt indeſs bei Chamaeleo carinatus auf beiden Seiten der untern Kinnlade, an der inwendigen Seite der Zähne, eine wulstige Lefze, die mit Papillen besetzt und zu einem Geschmackswerkzeug geeignet ist.

Vielen Fischen fehlt sowohl die Zunge als jedes andere Organ, worin sich der Sitz des Geschmacks annehmen läſst. Aber es sind doch auch einige mit Theilen versehen, die für diesen Sinn bestimmt scheinen.

*) Annales des sc. natur. T. XVI. p. 346.

Ich habe schon im 6ten Bande der Biologie (S. 245) die Vermuthung geäussert, beim Schellfisch seyen die Geschmackswerkzeuge zwei sehr weiche und blutreiche Theile am Eingange des Schlundes, worin ich zwar keine Nervenwärzchen, doch auch keinen drüsigen Bau fand, und zu welchem Zweige des Nerven gehen, der bei den Fischen die Stelle des Glossopharyngäus vertritt. Aehnliche Organe finden sich bei den Karpfen, und E. H. Weber's Untersuchungen derselben führen ebenfalls auf den Schlufs, dafs diese nicht nur wegen ihres Baus, sondern auch wegen ihres Vermögens, gleich den Zungenwärzchen zu turgesciren, Geschmackswerkzeuge sind.*) Als Tastorgane würden sie am Eingange des Schlundes ohne Zweck seyn. Zum Schmecken können sie aber an dieser Stelle dienen, zu welcher die Speisen zerrieben durch die Schlundknochen gelangen.

Was kein Fisch mit den höhern Thieren gemein hat, eine bewegliche und der Ausstreckung fähige Zunge, ist wieder vielen wirbellosen Thieren eigen. Für diese gilt aber die nehmliche Regel, die für die Amphibien gültig ist: dafs nur eine Zunge, die nicht hervorgestreckt werden und zum Ergreifen oder Sondiren dienen kann, für den Geschmack organisirt ist. Alle auf dem Bauch kriechende Mollusken haben eine Zunge, die manche weit aus dem Munde hervorstrecken, die aber steif und hart ist. Dagegen ist die Zunge der Hymenopteren zwar auch beweglich, aber weder zum Ausstrecken, noch zum Ergreifen der Nahrungsmittel gebildet, dabei weich, gleich vor dem Eingang des

*) Meckel's Archiv für Anat. und Physiol. 1827. S. 309.

Schlundes liegend, und feucht von vielem Speichel, so oft sich dieser aus dem grofsen Apparat von speichelabsondernden Gefäfsen jener Insecten ergiefst. Es ist möglich, dafs die erwähnten Mollusken den Sinn des Geschmacks besitzen. Dieser mufs aber, wenn sie damit versehen sind, in einem andern Theil des Mundes als der Zunge seinen Sitz haben. Von den Hymenopteren zeigen viele eine, mit dem Geschmack des Menschen so übereinstimmende Auswahl in ihren Nahrungsmitteln, z. B. die Wespen und Hornissen beim Nachgehen nach den reifsten und süfsesten Früchten, dafs sie wirklich den Geschmacksinn besitzen müssen. Bei ihnen ist es überflüssig, ihn in einem andern Organ als der Zunge anzunehmen. An diesem Theil kann selbst ein Thier, das von andern Seiten eine sehr niedrige Bildungsstufe einnimmt, der Erdregenwurm, noch ein Geschmacksorgan haben. Den Schlund desselben umgiebt eine körnige Masse, die aus Abfonderungsdrüsen einer speichelartigen Flüssigkeit zu bestehen scheint, und auf der Rückenseite liegt in einer Vertiefung des Schlundes eine weiche, fleischige Zunge, die an den Rändern mit dem Umfang der Vertiefung zusammenhängt, daher keiner Ausstreckung fähig und nicht zu einem Tastorgan geeignet ist.

Nach dem bisher Gesagten ist also nur mit gewissen, nicht mit allen Formen der thierischen Organisation der Sinn des Geschmacks verbunden. Es läfst sich nicht dagegen einwenden: die Stillung des Hungers, wobei doch gewifs alle Thiere ein angenehmes Gefühl haben, müsse immer von einem Schmecken begleitet seyn.

Wenn wir uns auch bei einem mäſsigen Grade des Hungers durch den Wohlschmack der Speisen in der Wahl derselben bestimmen lassen, so achten doch auch wir nicht mehr auf diesen, sobald der Hunger quälend wird. Manche Thiere verzehren selbst um so mehr Nahrung, je weniger der Geschmacksinn bei ihnen ausgebildet ist. Die Haifische sind ihrer Gefräſsigkeit wegen bekannt und haben keine Organe, denen die Kennzeichen der Geschmackswerkzeuge zukommen.

ZEHNTES BUCH.

Verhältnisse
des
geistigen Lebens zum körperlichen in der Sinnenwelt.

Alle geistige Thätigkeit besteht in einer Wechselwirkung zwischen einer Kraft, die ein Mannichfaltiges erzeugt, und einer andern, welche Einheit in die Mannichfaltigkeit bringt. Ein Product dieses Wirkens ist das Selbstbewufstseyn. Die zweite jener beiden Kräfte strebt immerwährend, alles Bedingte mit einem weniger Bedingten in ein Causalverhältnifs zu setzen. Dieses Streben ist Denken. Die erste Kraft äussert sich auf ihrer niedrigsten Stufe als blofses Vermögen wahrzunehmen, auf ihrer höchsten als productive Einbildungskraft, überhaupt als geistige Bildungskraft. Sie bildet immer nur ein Bedingtes. Indem die Denkkraft an diesem Bedingten ihre Thätigkeit versucht und daran einer Folge von Ursache und Wirkung inne wird, entsteht das Bewufstseyn einer äussern Welt, und eben darum, weil die Causalität in dieser Aussenwelt

nicht von uns erzeugt, sondern uns aufgedrungen wird, erkennen wir darin ein uns fremdartiges Etwas. Ist auch unser ganzes Leben ein Traum von dem, was wir Wirklichkeit nennen, so bleibt es dessen ungeachtet gewifs, dafs die Folge der Traumbilder ihren Ursprung von einer uns fremden Kraft hat. Wenn die Glaslinse in der Camera obscura sich der Bilder bewufst wäre, die sie auf dem Grunde der dunkeln Kammer erzeugt, so würde sie sprechen können: diese Bilder sind blos dein Werk, denn sie verschwinden, sobald du nicht bist, und verändern sich, sobald du dich veränderst. Aber wenn auch die Bilder nicht ohne die Linse sind, so sind sie doch nicht durch die Linse allein. Jedes metaphysische System maafste sich an, sagen zu wollen, was jene Kraft sey, von der wir uns abhängig fühlen. Aber keines gab darüber mehr als Dichtungen.

Wir sind uns keiner andern nothwendigen Succession in den Producten der geistigen Bildungskraft als einer solchen bewufst, die durch Sinneseindrücke vermittelt ist. Daraus folgt jedoch nicht, dafs nicht eine andere in ihnen statt finde. Ja, es mufs eine andere in ihnen vorgehen, da der Leib, den die Seele sich zum Leben in der Sinnenwelt aneignet, nur ihr eigenes Product seyn kann. Es giebt Nachtwandler, die beim Erwachen staunend vernehmen, was sie in ihrem Schlafe gethan haben. Ein solches, schlafend zweckmäfsig handelndes und nichts aus dem Schlafleben sich erinnerndes Wesen ist jedes Lebende. Unser Körper ist unser eigenes Werk, und doch erscheint er uns als etwas Fremdartiges. Wir wissen nicht, dafs

und wie wir ihn hervorbrachten, und sind uns nicht bewufst, dafs wir selber ihn fortwährend erhalten. Daher kann aber auch die nothwendige Folge von Producten der geistigen Bildungskraft, welche die Entstehung unsers Körpers zur Folge hat, nicht durch ein materielles Wirken vermittelt seyn. Im sinnlichen Leben ist allerdings das geistige Bilden, und, insofern alles Denken ein geistiges Bilden voraussetzt, auch das Denken eine organische Thätigkeit. Doch ist dieses nicht ganz eine solche. Wie das Spiel des Virtuosen auch auf einem verstimmten Instrument noch immer verräth, von wem es kömmt, so zeigt sich eine höhere Denkkraft auch noch bei Zerrüttung der Organe des geistigen Bildens. Einer höhern und niedern Stufe gehört diese Kraft aber ursprünglich an. Denn warum sollte sie es nicht bei der grofsen Mannichfaltigkeit aller andern Kräfte in der Natur? Und wie könnte sie es nicht, da ihr Trachten nach dem Unbedigten so verschieden in verschiedenen Naturen ist und etwas Ursprüngliches seyn mufs?

Der Grad des Vermögens, den Drang nach dem Unbedingten zu befriedigen, bestimmt die geistige Stufenleiter der Wesen. Diese ist aber eben sowenig eine einfache für das Geistige wie für das Körperliche. Jenes Vermögen äussert sich nie gleichmäfsig nach allen, sondern in ausgezeichnetem Grade immer nur nach gewissen Richtungen. Von der niedrigsten Stufe zur höchsten führen sehr viele, nach ganz verschiedenen Richtungen gehende Mittelstufen.

Auf der niedrigsten Stufe sehen wir kaum Spuren von Aeusserungen des geistigen Princips, die Freiheit und Wahl verrathen. Es zeigt sich dort ein Hinwenden nach gewissen Einwirkungen und ein Abwenden von andern. Diese Bewegungen entstehen ohne Zweifel ursprünglich in Folge angenehmer und unangenehmer Gefühle. Das Gefühl aber verursacht anscheinend willkührliche Bewegungen ohne Vermittelung von Reflection, und diese können auch, wenn sie durch öftere Wiederhohlung mit dem Eindruck, der sie veranlaſste, associirt sind, oder nach andern, blos organischen Gesetzen, ohne alles Gefühl erfolgen. So zieht sich ein abgeschnittener Froschschenkel, der noch bei voller Lebenskraft ist, eben so zurück, wenn er an den Zehen gekniffen wird, als ob er noch von dem Thier, dem er angehörte, bewegt würde. Einen höhern Grad von geistigem Daseyn hat schwerlich der Blasenwurm.

Auf einer höhern Stufe stehen alle Wesen, denen die Bedürfnisse ihres leiblichen Lebens nicht ohne ihr Zuthun entgegenkommen, und auf einer noch höhern die, welche ihres Gleichen zur Paarung aufsuchen und Sorge für ihre Nachkommen tragen. Mit diesen Wesen fängt ein Gebiet an, in welchem das Handeln durch angebohrne, oder wenigstens nicht unmittelbar durch sinnliche Eindrücke vermittelte Vorstellungen bestimmt wird. Man hat von langer Zeit her gesagt und oft wiederhohlt: der Verstand habe nur, was er von den äussern Sinnen empfange. Richtiger ist es, daſs der Verstand nichts hat, was er nicht entweder von den äussern Sinnen, oder von der productiven

Einbildungskraft erhält. Die Aeusserungen der thierischen Kunsttriebe sind nur dann erklärbar, wenn man Visionen der Thiere annimmt, die, nach festen Gesetzen in gewissen Perioden des Lebens entstehend, das Bestimmende aller der Handlungen sind, wovon der Grund nicht blos in äussern Sinneseindrücken enthalten seyn kann. Ich nenne diese Ursachen Visionen, weil die Sprache kein anderes Wort für sie hat. Sie sind aber nicht blos Vorstellungen von sichtbaren Gegenständen, sondern auch Producte einer eigenen Stimmung aller übrigen Sinne. Der junge Vogel erkennet sogleich, nachdem er die Eischaale durchbrochen hat, im Wasser das Mittel seinen Durst zu löschen. Der bloſse Trieb zu trinken kann nicht den Grund davon enthalten. Dieser ist ein Drang zur Stillung eines Bedürfnisses ohne Wissen um das Mittel zur Abhülfe desselben. Das Erkennen des Mittels im Trinken des Wassers setzt voraus, daſs die Empfindung des Drangs mit Empfindungen und Vorstellungen von gleicher Art associirt ist, wie der Vogel hat, der schon aus Erfahrung die durststillende Eigenschaft des Wassers kennet. So ist es mit allen instinctartigen Handlungen. Das Thier könnte nicht ohne alle vorhergegangene Erfahrung wissen, was ihm angemessen oder schädlich ist und wie es sich in der Sorge für die Zukunft zu benehmen hat, wenn es nicht aus einem andern Zustand eine Kenntniſs der Sphäre, worin es zu leben bestimmt ist, mit sich brächte. Man kann nicht sagen, alle jene Handlungen erfolgen ganz automatisch nach bloſsen organischen Gesetzen: denn sie sind zum Theil weit längere Reihen von

Bewegungen, und diese sind weit verwickelter, als blos automatische seyn können, und sie erfordern immer mehr oder weniger Modificationen nach äussern veränderlichen Umständen.

In dem Bestimmenden dieser Handlungen ist etwas Angebohrnes. Man sieht dies bei den verschiedenen Hunderaçen. Der Jagdhund und der Schäferhund hatten einerlei Ureltern. Was sie sind, machte aus ihnen der Mensch. Der Character aber, den dieser ihnen aufdrang, ist ihnen nach vielen Generationen zum angebohrnen Instinct geworden.*) Dagegen geht der natürliche Instinct verlohren, wenn dessen Ausübung mehrere Generationen hindurch verhindert ist. Abkömmlinge von Kaninchen, die lange Zeit in der Gefangenschaft sich nicht mehr haben eingraben können, äussern auch im Zustande der Freiheit den Trieb zum Höhlengraben nicht mehr.**)

An dem Grade, die instinctartigen Handlungen nach wandelbaren äussern Verhältnissen einzurichten, offenbart sich der Grad der thierischen Intelligenz. Jedes Thier hat jedoch nur Geisteskräfte für den Bezirk seines Instincts, und innerhalb diesem associiren sich bei demselben die Vorstellungen meist unwillkührlich nach den Gesetzen der Coexistenz und der Succession. So werden selbst solche Meervögel, die sehr gut fliegen, wenn sie sich ins Land verirrt und das Meer aus dem

---

*) Man vergleiche Knight's Beobachtungen über diesen Gegenstand. Philos. Transact. Y. 1807. p. 234.

**) Le Roy Recherches philos. sur l'intelligence et la perfectibilité des animaux. Paris. 1802. p. 230.

Gesichte verlohren haben, so blödsinnig, daſs sie nicht mehr dahin zu bringen sind, von ihren Flügeln Gebrauch zu machen, sondern ruhig sitzen und sich greifen lassen.*) Der See-Elephant ist muthlos, träge und schläfrig während seines Aufenthalts am Lande, hingegen muthig, lebhaft und klug, wenn er sich in seinem Element, der See, befindet.**) Der Mensch hat in weit höherm Grade das Vermögen, seine Vorstellungen willkührlich zu associiren, und deswegen ist er im Besitz der Sprache. Diesem liegt zwar auch etwas Instinctartiges, der Trieb, Gedanken in sinnliche Formen zu bringen, zum Grunde. Die Möglichkeit, diesen Trieb zu befriedigen, beruhet aber auf dem höhern Vermögen, das der Mensch vor den Thieren voraus hat. Durch die Gabe der Sprache ist er in den Stand gesetzt, seinen Geist durch fremden Geist zu beleben, und hierdurch ist er einer Vervollkommnung fähig, welcher nur durch das, was an ihm Thierisches ist und was er nur mit dem Austreten aus dem Leben in der Sinnenwelt ablegen kann, Schranken gesetzt sind.

Wenn man hiervon absieht, so haben alle Thiere mit dem Menschen soviel psychologische Aehnlichkeit, daſs sich von jeder Seelenkraft, die durch sinnliche Eindrücke zur Thätigkeit aufgeregt wird, etwas Aehnliches bei ihnen nachweisen läſst. Sie besitzen Gedächtniſs, Einbildungskraft, Urtheilskraft, Gemüthsbewegungen und Leidenschaften. Ihr Gedächtniſs ist nicht von ganz

*) Faber über das Leben der hochnordischen Vögel. H. 2. S. 239.

**) J. Weddell's Reise in das südl. Polarmeer in den Jahren 1822—24. S. 83.

kurzer Dauer. Spallanzani*) sahe ein Schwalbenpaar, das durch Fäden an den Füfsen bezeichnet war, zwei Jahre nach einander zu einem und demselben Neste zurückkehren. Nach Jenner's Erfahrungen**) fanden mehrere Schwalben drei Jahre lang immer ihr altes Nest wieder, und eine derselben bewohnte dieses noch nach sieben Jahren.***) Ohne Einbildungskraft vermögte kein Thier, Kunstwerke zu verfertigen, und ohne Urtheilskraft nicht, dieselben nach den äussern Verhältnissen einzurichten. Die Pimpla Manifestator legt ihre Eier in die Larven der Anthophora truncorum F. und diese liegen bis zu ihrer Entwickelung in Löchern unter der Erde. Wo jene diese wittert, untersucht sie erst den Eingang zu denselben mit ihren Fühlhörnern, ehe sie ihren Legestachel hineinbringt.†) Sie beurtheilt also die Beschaffenheit der Mündung des Lochs in Beziehung auf die Zugänglichkeit derselben für ihren Stachel. Das Thier endlich trauert über den Verlust seiner Jungen, freuet sich beim Wiederfinden derselben, und wüthet gegen den, wovon es gereizt wird.

Die höhere Stufe der Intelligenz des Menschen läfst sich nicht blos von der Zahl und Schärfe seiner Sinne und der Ausbildung seiner willkührlichen Bewegungswerkzeuge ableiten. Er wird in Rücksicht auf die Schärfe einzelner Sinne von manchen Thieren übertroffen, und der Grad seiner Intelligenz steht mit

---

*) Voyage dans les deux Siciles. T. VI. p. 3.

**) Philos. Transact. Y. 1824. p. 11.

***) Man vergl. Biologie. B. 6. S. 13.

†) Marsham, Transact. of the Linnean Society. Vol. II. p. 27.

diesen Momenten nicht in nothwendiger Beziehung. Taub- und Blindgebohrne wufsten zuweilen den Mangel des Gehörs und Gesichts durch das Getast zum Bewundern zu ersetzen. Eisenlohr hat Beobachtungen über ein taub- und blindgebohrnes Mädchen bekannt gemacht, bei der sich blos mit Hülfe der übrigen Sinne das Denkvermögen sehr entwickelte. Sie ging ungeführt im Hause herum, und erkannte blos durch den Geruch und durch Betastung mit den Fingerspitzen jeden Gegenstand wieder, den sie einmal durch diese beiden Sinne hatte kennen gelernt.*) Jener Ersatz hat freilich Gränzen. Ein blofser Rumpf, der keine Sinnesorgane besäfse, würde in der Sinnenwelt seine Intelligenz nicht äussern können, wenn diese in ihm ursprünglich auch noch so hoch stände. Sie würde aber immer höher stehen als die Seele des Thiers unter gleichen Umständen. Anders als mit dem Menschen verhält es sich mit den Thieren. Weil bei diesen die Association der Vorstellungen mehr unwillkührlich ist, so läfst sich bei ihnen eine weit nähere Verbindung des Grades der Ausbildung der, zum Leben in der Sinnenwelt dienenden Organe mit der Vollkommenheit der Geisteskräfte als beim Menschen voraussetzen. Mit jenem Grad steht, wie im zweiten Buch gezeigt wurde, die Bildungsstufe des Gehirns und Nervensystems in genauer Beziehung. Dieser Stufe mufs also auch die der thierischen Intelligenz entsprechen.

Wo sich im Thierreiche Spuren eines Nervensystems zeigen, finden sich auch Vereinigungspuncte

*) Isis. 1830. H. 2. S. 119. Man vergl. Biologie. B. 6. S. 10.

der Nerven und Verbindungen dieser Puncte unter sich zu einem Ganzen. Je weniger verschiedenartige Organe von jedem einzelnen Puncte Nerven empfangen und je weniger eng die Puncte mit einander verbunden sind, desto weniger abhängig ist jeder einzelne Theil von den übrigen, und desto mehr fliessen die automatischen und willkührlichen Bewegungen zusammen. Hiernach allein läſst sich indeſs nicht unbedingt die Stufe der geistigen Vollkommenheit schätzen. Die Anneliden, Scolopendern und Asseln haben für jeden Abschnitt des Körpers einen besondern Vereinigungspunct der, zu den Theilen desselben gehenden Nerven, und von diesen Puncten ist jeder mit dem vorhergehenden und folgenden nur durch einen einfachen oder doppelten Strang verbunden. Hingegen bei den Nacktschnecken und mehrern andern auf dem Bauch kriechenden Mollusken entspringen die Nerven nicht nur aller Sinneswerkzeuge und Organe der willkührlichen Bewegungen, sondern auch des Gefäſssystems und der Eingeweide aus einer einzigen Centralmasse. Und doch stehen diese Schnecken von geistiger Seite gewiſs nicht über jenen Thieren.

Ein sicherer Maaſsstab für den Grad der geistigen Kräfte ist die Bildungsstufe der Vereinigungsknoten der Nerven des bewuſsten Lebens. Schon die Ausbildung dieser Theile blos in der Quantität ihrer Masse ist immer mit einem regern geistigen Leben verbunden. Die Vereinigungsstellen der Nerven haben z. B. sehr kleine oder zum Theil gar keine Knoten bei den, fast nur ein automatisches Leben führenden Muschelthieren,

hingegen weit gröfsere bei den, unter den wirbellosen Thieren von geistiger Seite am höchsten stehenden geflügelten Insecten. Die Gröfse dieser Knoten ist indefs in Verhältnifs zur Masse der Theile zu schätzen, die von ihnen Nerven empfangen oder von welchen zu ihnen Nerven gehen. Zeigt sich Verschiedenheit nicht nur in der Gröfse, sondern auch in der Gestalt der, den Organen des bewufsten Lebens zugehörigen Knoten bei einem und demselben Thier, so läfst sich auf einen noch höhern Rang desselben in Rücksicht auf Intelligenz als bei dem schliessen, wobei eine solche Verschiedenheit nicht statt findet. Es ist dann immer auch mehr Mannichfaltigkeit in jenen Organen vorhanden, die mehr Berührungspuncte mit der äussern Natur und also auch eine höhere Intelligenz voraussetzt. Die Knoten sind aber nur in der Gröfse, nicht oder doch nur wenig in der Form verschieden, wenn die Nerven derselben blos zum allgemeinen Gefühl oder zur Bewegung dienen. Weicht einer derselben von den übrigen in der Gestalt sehr ab, so steht dieser immer mit Einem oder mehrern eigenen Sinnesnerven in Verbindung, und dann ist das geistige Leben noch höher als bei der blofsen Vergröfserung des Knotens gesteigert.

Ein solcher, von Seiten der Gestalt sowohl als der Gröfse ausgezeichneter Knoten hat bei allen, mit eigenen Sinnesorganen versehenen Thieren seine Stelle in der Nähe der, von ihm ihre Nerven empfangenden Frefswerkzeuge. Indem er diese Hauptwerkzeuge des thierischen Lebens regiert, und zunächst auf ihn die

Sinnenwelt einwirkt, ist das ganze thierische Leben von ihm abhängig. Die Herrschaft darüber aber theilt er doch bei allen wirbellosen Thieren, die einen Ganglienstrang haben, mit den übrigen Ganglien. Sobald diese ohne seine Vermittelung Eindrücke empfangen, oder sobald von ihm auf sie ein sinnlicher Eindruck übergegangen ist, bringen sie unabhängig von ihm die, dem Eindruck angemessenen Bewegungen hervor. Folgende Beobachtungen werden dies erläutern.

Ein lebhafter Carabus granulatus, dem ich den Kopf abgeschnitten hatte, lief nach der Operation eben so wie vorher herum, suchte über die Wände einer Schaale, worin er sich befand, hinauszukommen, um zu entfliehen, und spritzte aus den Blasen am After den darin enthaltenen ätzenden Saft hervor. Selbst nach Abschneidung des vordern Theils des Thorax, woran die beiden vordern Beine befestigt sind, setzte der Rumpf mit den vier hintern Beinen die scheinbar willkührlichen Bewegungen noch fort. Erst nachdem der Thorax noch weiter bis an die Wurzeln der beiden hintern Beine abgeschnitten war, gingen diese Bewegungen in Zuckungen über.

Eine Bremse (Tabanus bovinus) machte, als ich sie nach Wegnahme des Kopfs auf den Rücken legte, Anstrengungen wieder auf die Beine zu kommen, ergriff mit den Füfsen eine Pincette, womit ich einen dieser Theile berührte, und kroch daran herauf. Uebereinstimmung und Zweckmäfsigkeit in den Bewegungen dauerten hier also nach dem Verlust des Kopfes fort.

Insecten, denen ich nur die rechte oder linke Hälfte des Kopfs wegnahm, liefen immer im Kreise nach der Seite der übriggebliebenen Hälfte. Weitere Versuche aber bewiesen, dafs die Ursache nicht der Verlust der einen Hirnhälfte, sondern der Sinnesorgane der einen Seite war.*)

Eine Bombyx pudibunda, der ich das linke Fühlhorn abgeschnitten hatte, lief ebenfalls immer im Kreise nach der rechten Seite. Das Drehen nach dieser Seite wurde noch lebhafter, nachdem ich die ganze linke Hälfte des Kopfs weggenommen hatte. Ich schnitt hierauf den Kopf ganz weg. Das Thier gerieth dann in heftige Agitation, flatterte unaufhörlich mit den Flügeln, lief fortwährend in Kreisen bald nach der rechten bald nach der linken Seite, und setzte diese Bewegungen ununterbrochen eine Viertelstunde fort. Die Bombyx lebte ohne Kopf drei Tage und fuhr bis zu ihrem Tode fort, von Zeit zu Zeit so heftige Bewegungen zu machen, dafs sie sich an den Wänden der Schachtel, worin sie sich befand, die Flügel ganz zerschlug. Ihre Bewegungen waren also zwar nicht mehr zweckmäfsig, nachdem sie die Theile ganz verlohren hatte, wodurch die Zweckmäfsigkeit derselben bestimmt werden konnte, die Sinneswerkzeuge; die Uebereinstimmung in den Bewegungen war aber nach dem Verlust des Kopfs nicht aufgehoben.

*) Auch Goeze (Belehrung über gemeinnützige Natur- und Lebenssachen. S. 42) sahe eine Hornisse, der er das zusammengesetzte Auge der einen Seite mit einem undurchsichtigen Firnifs bestrichen hatte, immer nach der Seite des unbedeckten Auges fliegen.

Weniger Einflufs auf die Richtung der Bewegungen als bei diesem Nachtfalter hatte die Wegnahme des Fühlhorns der einen Seite bei einer Kellerassel (Porcellio scaber Latr.) und einer Vespa parietum. Die Assel schien zwar vorzugsweise nach der rechten Seite zu laufen. Doch kroch sie auch oft in grader Richtung und zuweilen nach der linken Seite. Die Wespe lief nach wie vor sowohl nach der rechten als der linken Seite. Eine Aeshna forcipata aber, der ich die untere Hälfte der Hornhaut des rechten Auges mit möglichster Schonung des Sehenerven weggeschnitten hatte, lief wieder stets nach der linken Seite. Sie lebte ohne Kopf vier Tage und gab fortwährend in dieser Zeit Excremente von sich. Sie setzte sich aber nur noch in Bewegung, wenn ich ihre Palpen am After mit einer Pincette zusammendrückte, und konnte sich ihrer Flügel nicht mehr bedienen.

Walckenaer*) erzählt von der Cerceris ornata, einer Art der Wespenfamilie, die einer, einsam in Löchern lebenden Biene, dem Halictus Terebrator, sehr nachstellt und immer in die Löcher desselben einzudringen sucht: Er habe einer solchen Wespe in dem Augenblick, wo sie eindringen wollte, den Kopf abgestofsen, und doch dieselbe nicht nur ihre Bewegungen mit unveränderter Geschwindigkeit fortsetzen, sondern auch, nachdem er sie nach der entgegengesetzten Seite hingedrehet hatte, zu dem Loche umkehren und darin eindringen gesehen. Nach meinen

*) Mem. pour servir à l'Hist. nat. des abeilles solitaires qui composent le genre Halicte. Paris. 1817. S. 39.

eben angeführten Erfahrungen ist in dieser Beobachtung nichts Unwahrscheinliches. *)

Der im Kopf enthaltene Hauptknoten des Nervensystems der wirbellosen Thiere läfst sich als das Rudiment des Gehirns der Wirbelthiere betrachten, ist aber darin von diesem verschieden, dafs er im Innern nie aus ungleichförmigen Theilen besteht. Die Masse desselben hat nie ein bedeutendes Uebergewicht über die der Nerven, die aus ihr entspringen. Sie steht bei vielen jener Thiere selbst der Masse einzelner von diesen weit nach, und hat immer ein sehr kleines Verhältnifs zur Masse des ganzen Körpers. Jedes Sinnesorgan empfängt aus ihr immer nur einen einzigen Nerven, der sich als Sinnesnerv in demselben verbreitet. Dieser Umstand, die Lage der Masse rings um den Schlund und die Abwesenheit eines Fortsatzes von ihr, der mit dem Rückenmark der höhern Thiere verglichen werden könnte, lassen vermuthen, dafs ihre beiden Hälften die über und unter dem Schlund mit einander vereinigten halbmondförmigen Knoten der Nerven des fünften Paars der Wirbelthiere sind, die schon bei manchen Amphibien und Fischen ein sehr grofses Verhältnifs zum Gehirn haben. Ich fand z. B. bei einem Kabliau (Gadus Morrhua) das Gewicht dieser beiden Knoten, nach Trennung derselben von den aus ihnen entspringenden Nervenstämmen, zusammengenommen 8 Gran und das des Gehirns 48½ Gran. Ihre Masse machte also ein Sechstel der Masse des letztern aus.

*) Man vergl. Biologie. B. 5. S. 439.

Jenes Gehirn der wirbellosen Thiere ist besonders für die Augen, Fühlhörner und Palpen bestimmt. Sie leben also vorzüglich in der sichtbaren und tastbaren Welt, die aber nach der Structur ihrer Gesichts- und Tastwerkzeuge für sie nur sehr beschränkt seyn kann. Bei den articulirten Gattungen dieser Thiere giebt es an jenem Gehirn sonstige Nerven nur für die Freſswerkzeuge. Zu ihrem Nahrungscanal gehen keine Hirnnerven unmittelbar, sondern es schwillt immer ein eigenes Hirnnervenpaar zu Ganglien an, aus welchen Nerven des Schlundes und Magens entstehen, die sowohl mit dem sympathischen als dem herumschweifenden Nerven der Wirbelthiere Aehnlichkeit haben.*) Dagegen empfangen bei ihnen niemals die Werkzeuge des Athemhohlens Nerven vom Gehirn. Sie besitzen daher kein herumschweifendes Nervenpaar, das Magen- und Lungennerve zugleich ist. Bei der Nacktschnecke und mehrern andern, auf dem Bauch kriechenden Mollusken, die nur ein einziges Centralorgan des Nervensystems haben, verhält es sich hiermit anders. Diese haben einen Hirnnerven, woraus Zweige für das Respirationsorgan entspringen. Von ihrem Gehirn erstreckt sich aber auch ein eigener Nerve unmittelbar zur Aorta. Es wird also bei ihnen sowohl der Blutumlauf als das Athemhohlen unmittelbar vom Gehirn beherrscht. Dabei aber haben bei ihnen die Nerven der willkührlichen Bewegungsorgane, die ebenfalls alle unmittelbar aus diesem Eingeweide ihren Ursprung nehmen, zu demselben ein so groſses Verhältniſs, daſs

*) Man vergl. oben S. 20 dieses Bandes.

nur ein sehr kleiner Theil der Hirnmasse mit den Sinnesorganen in Beziehung stehen kann. Überhaupt, wo bei den wirbellosen Thieren das Gehirn vorzüglich für Sinnesorgane bestimmt ist, da theilt dasselbe die Herrschaft über den übrigen Körper mit andern grofsen Centralorganen, und wo dasselbe allein diese Herrschaft hat, da ist es wenig für Sinnesfunctionen ausgebildet.

Es gehen nicht nur im sympathischen System, sondern auch in den Nerven der Sinne und der willkührlichen Bewegung Wirkungen vor, die weder zum Bewufstseyn gelangen, noch Willkühr zur Ursache haben, wie das schon erwähnte Beispiel von Froschschenkeln beweist, die sich nach der Trennung vom Körper noch zurückziehen, wenn sie an den Zehen gedrückt werden. Vielleicht sind alle äussere Bewegungen, wodurch sich das Leben bei den untersten Wesen in der Classe der Zoophyten äussert, dergleichen nur scheinbar willkührliche. Aber bei Wesen solcher Art kann sehr wenig Empfänglichkeit für verschiedenartige Eindrücke zugegen seyn. Da, wo diese gröfser ist, würde das Leben ein ungeregeltes Spiel von Bewegungen seyn, die oft einander gradezu entgegenwirkten, wenn es nicht etwas gäbe, wodurch Einheit in die Mannichfaltigkeit sowohl der Perceptionen als der Reactionen gebracht würde. Der letzte Grund dieses Etwas ist das geistige Princip des Lebens. Aber nicht alles Zusammenwirken und alle Folge der geistigen Thätigkeiten hat in diesem Princip seine nächste Ursache. Empfindungen wecken nach blos organischen

Gesetzen Vorstellungen und Erinnerungen. Das Gedächtnifs hängt von körperlichen Bedingungen ab. Beim Gehen, Laufen, Springen, kurz bei jeder willkührlichen Bewegung ziehen sich ganze Gruppen von Muskeln theils gleichzeitig, theils in einer bestimmten Ordnung zusammen, obgleich der Wille nur den ersten Antrieb dazu giebt und nicht auf jeden dabei thätigen Muskel besonders wirkt. Der nächste Grund jenes Etwas ist also ein organischer. Er liegt in den Centralorganen des bewufsten Lebens. Je mehr diese in einem Thier vereinzelnet sind, desto mehr automatisch und vereinzelnet sind alle Lebensäusserungen desselben. Je enger sie unter sich verbunden sind, desto mehr freie Thätigkeit und Zusammenhang herrscht in den letztern.

Von diesem Gesichtspunct aus werden die Thatsachen der vergleichenden Anatomie, die wir bisher in Betrachtung gezogen haben und andere, worauf wir noch kommen werden, begreiflich. In den Bewegungen aller wirbellosen Thiere findet weit mehr Automatisches und Vereinzeltes als in denen der Wirbelthiere statt. Sie bedienen sich eines jeden Organs nur auf Eine bestimmte Weise und mehrerer zugleich nur in Einer bestimmten Ordnung. Noch nie sahe man ein Insect durch Kunst dahin gebracht, wohin sich schon die Schlangen bringen lassen, nach gewissen ihnen gegebenen Zeichen gewisse Stellungen anzunehmen oder Bewegungen zu machen. Keines jener Thiere hat Sinn für Töne, Formen und Farben, die nicht zur Sphäre ihres Instincts gehören. Man kann sie

nicht locken durch Worte oder durch willkührliche sichtbare Zeichen. Die Fische sind dagegen schon vermögend, mit gewissen Tönen, wobei ihnen Futter gereicht wird, die Erinnerung an das Füttern zu verbinden. Daher tritt schon bei den untersten der Wirbelthiere eine ganz andere Bildung der Centralorgane der Nerven des bewufsten Lebens ein, als selbst den höchsten der wirbellosen Thiere eigen ist. Der Abstand zwischen beiden in Rücksicht auf diese Organe ist sogar weit gröfser als man nach den äussern Erscheinungen ihres Lebens erwarten sollte.

Alle Wirbelthiere besitzen ein grofses Centralorgan, wovon nicht nur das ganze Leben in der Sinnenwelt, soweit dasselbe von dem allgemeinen Gefühl abhängig ist, regiert wird, sondern mit welchem auch das ganze Nervensystem des unbewufsten Lebens in Verbindung steht. Dieses ist das Rückenmark mit Einschlufs des verlängerten Marks. Wir finden dasselbe schon bei den Lampreten, die sich in ihren äussern Lebenserscheinungen kaum über manche Ringwürmer zu erheben scheinen, und zwar nicht nur in ähnlicher Form, sondern auch in ähnlichem Massenverhältnifs zum übrigen Körper wie bei den Säugthieren und dem Menschen. Dasselbe besteht immer aus zwei symmetrischen Hälften, und jede der Hälften aus einem obern und untern Strang. *) Die untern Stränge werden am vordern Ende breiter; die obern entfernen sich hier

*) Ich nehme hier oben und unten in Beziehung auf die Lage der Organe bei den Thieren, und werde so auch immer die Worte vorne und hinten gebrauchen.

von einander, und lassen zwischen sich und den untern eine nach oben offene Höhlung, (den Ventrikel des verlängerten Marks, die vierte Hirnhöhle). Diese Erweiterung macht das verlängerte Mark aus. Mit dem letztern stehen beständig die Werkzenge der Nerven des Athemhohlens, mit dem ganzen Rückenmark die des allgemeinen Gefühls, der willkührlichen Bewegung und des unbewuſsten Lebens in Verbindung. Es läſst sich aber nicht sagen, alle jene Nerven entspringen daraus, wenn man unter diesem Ausdruck eine Fortsetzung der Fasern des Rückenmarks in die sämmtlichen Fasern der Nerven versteht. Sie hängen zum Theil bei manchen Thieren, besonders den Lampreten, Rochen und Haien, nur durch so feine Fäden mit demselben zusammen und nehmen bei ihrer Verbreitung so an Masse zu, daſs sie nicht bloſse Fortsätze desselben seyn können.

Jeder Theil des Körpers wird zunächst von dem Theil dieses Organs, worin er seine Wurzeln hat, doch zugleich auch von dem ganzen Organ beherrscht, und der einzelne Theil des letztern wirkt gegenseitig auch wieder auf das Ganze. Nach Durchschneidung des Rückenmarks bewirkt Reizung des hintern Stücks noch eine Zeitlang Bewegungen in denen Organen, die von diesem ihre Nerven erhalten. Die hintern Organe werden aber zugleich mit den vordern bewegt, wenn die Reizung am vordern Ende des unverletzten Rückenmarks geschieht, und der Eindruck pflanzt sich an diesem auch von hinten nach vorne fort, wenn er auf den hintern Theil desselben wirkt, doch schwächer

als in der entgegengesetzten Richtung. Solche Leitungen der Reizungen gehen in weit geringerm Grade durch den Ganglienstrang der wirbellosen Thiere vor sich.

Das Rückenmark theilt ferner nicht nur den Nerven des bewufsten Lebens Eindrücke mit; auch die Kraft des ganzen Nervensystems hat in demselben eine Quelle. Auf bedeutende Verletzungen desselben folgt bei jedem Thier baldige und grofse Schwäche aller Organe und endlich der Tod. Die Kraft und Thätigkeit jenes Systems ist jedoch in verschiedenem Grade nach der verschiedenen Stufe der Organisation von demselben abhängig. Da bei den Fischen, besonders den Knorpelfischen, die Nerven nur durch sehr zarte Fäden mit diesem Organ zusammenhängen, so läfst sich schliessen, dafs bei ihnen nur wenig verschiedenartige Eindrücke und nur Impulse zu ganzen Gruppen von Bewegungen aus dem Rückenmark hervorgehen, dafs die Verkettung dieser Bewegungen ausserhalb demselben in einem automatischen Wirken der Nerven begründet ist, und dafs die Kraft der Nerven weniger bei den niedern Wirbelthieren als bei den höhern vom Rückenmark abhängt. Es spricht in der That auch für diesen Schlufs die Einfachheit der Bewegungsorgane, die geringe Mannichfaltigkeit der Bewegungen und die Zähigkeit des Lebens dieser Thiere. Auf den höhern Stufen des Thierreichs, wo hiervon das Gegentheil statt findet, sind auch die Nerven, besonders die, welche zu den Hauptwerkzeugen der willkührlichen Bewegung, den Extremitäten, gehen, durch weit stärkere

Fäden mit dem Rückenmark als bei den Fischen verbunden.

Es ist denkbar, dafs es Thiere gebe, die ohne Gehirn, blos vermittelst eines Rückenmarks, leben. Allein solche giebt es nicht. Bei jedem Thier, das ein Rückenmark besitzt, ist dieses mit einem Gehirn verbunden, welches immer wenigstens zwei Sinneswerkzeugen, von höherer Bildung als die der wirbellosen Thiere sind, Nerven ertheilt, und aus zwei vordern Hemisphären, zwei hintern Halbkugeln und einem kleinen Gehirn besteht. In der einfachsten Gestalt erscheint dieses Organ bei den Chondropterygiern unter den Fischen, besonders der Lamprete und dem Stöhr, und bei den niedrigsten Ordnungen der Amphibien, der Blindschleiche, dem Frosch, Salamander und Hypochthon. Die untere Wand der Höhlung des verlängerten Marks reicht bei diesen Thieren bis zum vordern Ende des Schädels; ihre Seitentheile setzen sich in ein markiges Blatt fort, das auf beiden Seiten nach oben umgeschlagen ist; beide Blätter vereinigen sich in der Mittellinie des Gehirns, und so stellt dieses eine längliche Blase vor, die vorne verschlossen ist, hinten mit der untern Wand in das Rückenmark übergeht, und auf der obern Seite nach hinten offen steht. Diese Blase ist auf der obern Seite in der Mittellinie durch eine Furche in eine rechte und linke Hälfte von symmetrischer Gestalt, und durch zwei Queerverengerungen in einen vordern und hintern Theil geschieden. Die beiden Hälften des vordern Theils sind die vordern, die des hintern Theils die hintern

Hemisphären. Die Höhlung des verlängerten Marks ist von einem gewölbten Blatt bedeckt, welches das kleine Gehirn ausmacht. An den vordern Hemisphären entstehen die Geruchsnerven, an den hintern die Sehenerven. Auf dem Boden der Höhlung des verlängerten Marks und der Hemisphären gehen die Stränge des Rückenmarks fort. Sie weichen in der Mittellinie des verlängerten Marks von einander, und es erzeugen sich auf der obern sowohl als untern Seite desselben neue längslaufende Stränge, die noch nicht als besondere Theile am Rückenmark sichtbar sind, so wie auch Faserschichten, die aus jener Mittellinie hervorkommen und der Queere nach verlaufen.

Man kann hiernach am Gehirn der Lampreten, Stöhre, Haien und Rochen einen Stamm und eine Haube unterscheiden. Der Stamm ist die, unten convexe, oben concave Platte, welche sich unmittelbar vom verlängerten Mark fortsetzt und den Boden des Gehirns ausmacht. Die Haube ist das Dach, welches von den verlängerten Seitenrändern der Platte über derselben gebildet wird. Bei den übrigen Wirbelthieren finden sich an dem Stamm unter der Haube noch Kernorgane: Wulste, die von mannichfaltiger Gestalt, doch immer mehr als blos einfache, verdickte Stränge sind. Die Gräthenfische besitzen einen solchen Kern in den hintern Hemisphären, die Amphibien in den vordern, die Vögel sowohl in jenen als in diesen. Manche Fische haben zwar auch solide Hervorragungen am Ursprunge der Geruchsnerven. Doch sind diese immer getrennt von den eigentlichen vordern Hemis-

phären, die keinen Kern enthalten, und mehr Seitenwulste der Geruchsnerven als Theile des Gehirns. Bei den Säugthieren vereinigen sich die vordern und hintern Hemisphären jeder Seite mit einander zu einer einzigen; die Kerne derselben rücken zusammen und erhalten eine einzige, gemeinschaftliche Haube; der vordere zeigt sich als Streifenhügel, der hintere als Sehehügel; von den hintern Hemisphären aber trennt sich ein kleiner Theil und organisirt sich zwischen den hintern Enden der Sehehügel und dem kleinen Gehirn zu einer Kuppe der Höhlung des verlängerten Marks, zu den Vierhügeln. *)

Bei allen diesen Verwandelungen des Gehirns bleibt immer eine nicht zu verkennende Beziehung desselben auf die höhern Sinne und die durch diese Sinne vermittelten geistigen Thätigkeiten. Die ganze Structur desselben, Versuche an Thieren und pathologische Beobachtungen beweisen, dafs das Gehirn der Aufbewahrungsort des Vorgestellten und Gedachten ist, dafs von demselben aus der Wille den Vorstellungen

*) Die Beweise für diese Ansicht der Verhältnisse des Gehirns der niedern Wirbelthiere zu den höhern findet man in meinen, den 3ten Band der Vermischten Schriften ausmachenden Untersuchungen über den Bau und die Functionen des Gehirns u. s. w. und in meiner Abhandlung Ueber die hintern Hemisphären des Gehirns der Vögel, Amphibien und Fische, in der Zeitschrift für Physiol. B. 4. S. 39. In der Histoire des Poissons par Cuvier et Valenciennes (T. 1. p. 420) ist sie mit einigen wenigen Modificationen angenommen, aber kaum nebenher als von mir herrührend genannt und so vorgestellt, als ob sie nur wenig von der Ansicht Camper's abweiche, der den innern Bau des Thiergehirns noch so wenig kannte, dafs das, was er darüber sagt, keiner Erwähnung werth ist.

gemäfs, die von den höhern Sinnen ihren Ursprung haben, auf den übrigen Körper wirkt, und dafs durch dasselbe die Verkettung der Vorstellungen und willkührlichen Bewegungen geschieht.

Das Gesicht, der Geruch und das Gehör sind die Sinne, wodurch das geistige Leben vorzüglich angeregt wird. Den Riech- und Sehenerven und den Nerven der Muskeln, wodurch die Augen in Bewegung gesetzt werden, gehören bei allen Wirbelthieren die vordern und hintern Hemisphären zum Ursprunge an. Die Hörnerven treten zwar aus einer niedern Sphäre, aus dem vordern Ende des verlängerten Marks hervor. Allein sie sind bei ihrem Austritt aus demselben schon so vollständig gebildet, dafs man schliessen mufs, sie erhalten von dem verlängerten Mark nur einzelne Fäden, ihre Hauptwurzeln aber aus höhern Organen. Ein ähnlicher Ursprung ist dem Trigeminus und dem Antlitznerven eigen. Diese entstehen ebenfalls nur zum Theil aus dem Organ, aus welchem sie hervorgehen, dem verlängerten Mark, zum Theil auch aus dem Gehirn. Sie sind aber auch mitwirkend bei den Verrichtungen aller Sinnesorgane. Solche doppelte Wurzeln in einer höhern und niedern Sphäre haben selbst die Nerven des Gesichts und Geruchs. Die ersten Anfänge der Sehenerven liegen bei den Säugthieren auf den Vierhügeln. Bei ihrem weitern Fortgang erhalten sie Fasern von den Sehehügeln und zuletzt von der grauen Platte (Tuber cinereum). Die Vierhügel aber gehören eben so sehr dem verlängerten Mark als dem grofsen Gehirn an: denn ihre Gröfse wächst nicht immer,

wie die des letztern und der Theile desselben, auf den höhern Stufen der Organisation der Säugthiere im umgekehrten Verhältnifs mit dem Volumen des verlängerten Marks. Wenn sie auch bei dem Menschen und einigen andern höhern Säugthieren in Vergleichung mit dem verlängerten Mark an Breite zunehmen, so folgt doch oft ihre Länge nicht dem nehmlichen Verhältnifs, und auch jene Zunahme ist weder allgemein, noch so beträchtlich wie an andern Theilen des grofsen Gehirns. Die Riechnerven kommen mit einer äussern Wurzel von der Sylvischen Grube, mit einer innern vom Hirnstamm. Jene entsteht aus den Kernorganen des Gehirns. Wie weit diese sich nach hinten erstreckt, läfst sich bei den höhern Wirbelthieren nicht bestimmen. Bei mehrern Fischen und Amphibien aber gehen die untern Stränge des verlängerten Marks ununterbrochen bis zu ihr fort. Alle Nerven des verlängerten Marks, die hinter den Hörnerven entspringen, entstehen hingegen aus der Vereinigung so oberflächlicher und so dünner Wurzeln, dafs sich von keinem derselben eine nähere Verbindung mit den Kernorganen des Gehirns annehmen läfst. Diese Nerven haben aber auch keinen Antheil an den Functionen der höhern Sinneswerkzeuge.

Mit der fortschreitenden Ausbildung dieser Werkzeuge und derjenigen Organe der willkührlichen Bewegung, die sich auf die höhern Sinne beziehen, nimmt bei allen Wirbelthieren das Gehirn immer mehr an Gröfse, an Mannichfaltigkeit der Theile und an Vielfachheit der Verbindung jedes Theils mit den übrigen zu. Die Zunahme der Gröfse findet in Be-

ziehung der Masse desselben gegen die Masse des Rückenmarks mit Einschluſs des verlängerten Marks statt, und mit diesem Verhältniſs kömmt, wie schon im zweiten Buch gezeigt wurde, das der gröſsten Breite des Gehirns gegen die gröſste Breite des verlängerten Marks ziemlich nahe überein. Es erhält also mit dem höhern Leben in der Sinnenwelt das Gehirn immer mehr das Uebergewicht über das Centralorgan des niedern thierischen Lebens, das Rückenmark. Dieses Uebergewicht ist zwar nicht allgemein gröſser bei den Säugthieren als bei den Vögeln, bei den letztern als bei den Amphibien, und bei den Amphibien als bei den Fischen. Ich fand z. B. die gröſste Breite des verlängerten Marks = 100 gesetzt, die des Gehirns bei dem Fuchs = 278, dem Hasen = 230, dem Eichhörnchen und Hamster = 205, dem virginischen Beutelthier = 147, dem Psittacus amazonius = 236, dem Lanius Excubitor = 232. Der letzte dieser Vögel steht also in Rücksicht auf jenes Verhältniſs eben so hoch als der Hase. Aber viele Vögel stehen auch von gewissen Seiten auf einer höhern Stufe des geistigen Lebens als viele Säugthiere. Indeſs besitzt kein Vogel ein relativ so groſses Gehirn wie die höhern Säugthiere, den Menschen auch abgerechnet; keines der Amphibien ein so groſses wie die mehresten Vögel, und kein Fisch ein so groſses wie diejenigen unter den Amphibien, die zunächst auf die Vögel folgen. Der nehmlichen Stufenfolge entspricht im Allgemeinen die Ausbildung der, zum höhern Sinnenleben dienenden willkührlichen Bewegungsorgane, der Sprachwerkzeuge.

Hiervon giebt es freilich bei einzelnen Familien Ausnahmen. Das Gehirn der Delphine kömmt nächst dem der Affen mit dem menschlichen mehr als das Gehirn eines der übrigen Thiere, sowohl in der Gestalt als im Verhältnifs der Theile überein.*) Und doch sind bei diesen Seethieren die Organe der willkührlichen Bewegung überhaupt, und besonders auch die der Sprache, höchst unvollkommen gebildet. Sie haben überdies nur Rudimente von Riechnerven. Dagegen besitzen die übrigen Säugthiere und selbst die, bei welchen das Gehirn am wenigsten ausgebildet ist, ähnliche Sprachorgane wie der Mensch, ohne sich dieser Werkzeuge zu etwas mehr als zur Hervorbringung einfacher Töne bedienen zu können. Wie hier grofse Mittel zu einem kleinen Zweck vorhanden zu seyn scheinen, so könnte auch im Bau des Gehirns Manches als Folge gewisser allgemeiner Bildungsgesetze erzeugt seyn, ohne bei jedem Thier, wobei sich dasselbe findet, eine wichtige Beziehung zu haben, und dafs dies wirklich sich so verhalte, liesse sich aus dem Beispiel der Delphine folgern. Wäre dies aber der Fall, so würden alle Schlüsse von der Structur des Gehirns auf dessen Verrichtung dadurch sehr unsicher gemacht. Indefs, es kann sich damit nicht so verhalten. Wo ein Thier gewisse Theile nur in Folge von Bildungsgesetzen hat, ohne sie als wirkliche Organe benutzen zu können, da sind diese immer nur als Rudimente vorhanden. Von solcher Art sind nicht die Sprachwerkzeuge der Affen und der vierfüfsigen Thiere.

*) Tiedemann in der Zeitschrift für Physiol. B. 2. S. 251.

Diese bedienen sich derselben zu wichtigen Zwecken, zur Hervorbringung gewisser, ihren Gefühlen und Affecten entsprechender Töne, die in andern Thieren, besonders ihrer Art, ähnliche oder entgegengesetzte Gefühle und Gemüthsbewegungen unmittelbar bewirken.*) Daſs sie nicht vermittelst jener Organe sprechen können, liegt zunächst mit an der unvollkommmenen Organisation ihres Gehirns. Wenn bei den Delphinen dieses Eingeweide vollkommener organisirt ist als bei vielen von ihnen, und doch denselben die Sprachwerkzeuge fehlen, so läſst sich der Grund darin suchen, weil das Delphingehirn nur von denen Seiten, die mit dem Vermögen, Töne und Laute hervorzubringen, nichts gemein haben, nicht aber von denen, auf welchen dieses Vermögen beruhet, eine höhere Bildung hat.

In derselben Folge, worin die relative Gröſse des Gehirns bei den Wirbelthieren wächst, mehrt sich auch die Zahl der innern ungleichartigen Theile desselben, und zugleich treten diese mit einander in immer engere Verbindung. Im Gehirn der Knorpelfische lassen sich kaum erst Spuren von Kernorganen unterscheiden. Bei den Gräthenfischen und den Amphibien sind diese vorhanden. Aber die der vordern Hemisphären stehen in keiner Verbindung mit denen der hintern als blos durch den Hirnstamm. Bei den Vögeln rücken die Kernorgane näher zusammen. Sie liegen aber noch nicht unter einer einzigen, ungetheilten Haube, von

*) Erfahrungen zum Beweise dieser Einwirknngen finden sich in einem Aufsatze Dureau de la Malle's über die Entwickelung der Geisteskräfte der Thiere. Annales des sc. natur. T. XXII. p. 415.

welcher sich auswendig die Vierhügel als ein besonderes Gebilde ganz getrennt haben. Umhüllet von einer allgemeinen Bedeckung, von welcher die Vierhügel ganz gesondert sind, finden sie sich nur bei den Säugthieren, und bei diesen kommen auch unter der gemeinschaftlichen Haube noch andere Kernorgane vor, die bei den übrigen Wirbelthieren entweder noch gar nicht vorhanden, oder nur erst angedeutet sind: die Ammonshörner, das Gewölbe, die Fimbrien, der Balken und die durchsichtige Scheidewand. Für die Fische und Amphibien giebt es keine eigene Organe, welche die ungleichartigen Kernorgane mit einander in Verbindung bringen. Nur die gleichartigen Theile beider Hälften des Gehirns haben bei ihnen durch Commissuren mit einander Gemeinschaft. Auch die Vögel besitzen noch kaum andere Verbindungstheile als solche Commissuren. Im Säugthiergehirn hängt nicht nur das Gleichartige der einen Hirnhälfte mit dem der andern durch Commissuren und durch die, den übrigen Thieren fehlende Varolische Brücke, sondern auch das Hintere mit dem Vordern, das Untere mit dem Obern, das Nahe mit dem Fernen durch das Gewölbe, die Fimbrien, den Balken und die durchsichtige Scheidewand zusammen.

Was der Hirnbau lehrt, wird nun auch durch die Resultate genauerer Versuche über den Einfluſs von Verletzungen der einzelnen Theile des Gehirns auf die Erscheinungen des äussern Lebens bestätigt. Solche verdanken wir Flourens.*) Die meisten der vor ihm

*) Recherches expériment. sur les proprietés et les fonctions

über diesen Punct gemachten Erfahrungen sind zu wenig genau, um auf sie bauen zu können, und alle spätere Versuche haben nicht mehr Ausbeute als die seinigen geliefert. *) Bei den seinigen vermifst man zwar tiefere Kenntnisse des innern Baus des Gehirns und bestimmtere Angaben der verletzten oder nicht verletzten innern Theile desselben. Doch ergiebt sich aus ihnen und den genauern der übrigen bisherigen Versuche und Beobachtungen Folgendes:

1) Verletzungen der blofsen Haube des grofsen Gehirns haben keinen unmittelbaren Einflufs auf die äussern Erscheinungen des Lebens. Dies beweisen auch alle Erfahrungen über die Folgen zufälliger oberflächlicher Hirnwunden. Aber Abwesenheit alles Einflusses solcher Verletzungen auf das geistige Leben ist nicht bewiesen. Es ist nicht ausgemacht, doch freilich auch schwer auszumachen, ob nach solchen Verletzungen nicht Schwächung der Seelenkräfte, wenigstens von gewisser Seite, eintritt.

2) Wird mit der Haube des grofsen Gehirns zugleich ein bedeutender Theil der Kernorgane desselben weggenommen, so ist das Leben in der höhern Sinnenwelt plötzlich aufgehoben und das Thier in einen Zustand versetzt, worin es nur noch gegen Eindrücke des allgemeinen Gefühls reagirt, ohne selbstthätig zu handeln. Dieses sieht, hört, riecht und

du système nerveux dans les animaux vertebrés. Paris. 1814. Expériences sur le système nerveux, faisant suite aux Recherches expérim. Paris. 1815.

*) Unter andern die von Schöps in Meckel's Archiv für Anatomie und Physiologie. 1827. S. 368.

schmeckt nicht mehr. Doch bleibt die Iris des Auges noch beweglich. Das Thier nimmt Speise und Trank nicht mehr aus eigenem Antriebe zu sich, verschluckt nur, was man ihm in den Schlund schiebt, und verändert seine Stelle nicht, wenn es nicht fortgestofsen wird. Vögel können in diesem Zustande Monate leben und dabei fett werden. Geschieht die Operation blos an der einen Hälfte des Gehirns, so erblindet blos das Auge der entgegengesetzten Seite und es entsteht auf eben dieser Seite Schwäche der willkührlichen Muskeln. Ob und welche Modificationen eintreten, wenn die Verstümmelung blos die Streifenhügel, die Sehehügel oder Ammonshörner betrifft, wenn sie bis zu den Commissuren geht, oder diese dabei unverletzt bleiben, ergiebt sich nicht bestimmt aus den bisherigen Erfahrungen. Wohl aber folgt daraus, dafs die nächsten Wirkungen der Verletzung nicht immer unmittelbare Folgen des Verlusts der Hirnmasse sind. Ist dieser nicht zu bedeutend, so erlangt das Thier nach und nach den Gebrauch seiner Sinne und Geisteskräfte in gewissem Grade wieder, obgleich Reproduction der verlohrnen Hirnsubstanz nicht statt findet. Die erste Betäubung mufs also in diesem Fall mehr von der Blutergiessung im Gehirn und von der plötzlichen Einwirkung der Luft auf das Innere dieses Eingeweides als von dem Verlust der Hirnsubstanz herrühren, und ein geringerer Theil der Hirnmasse, als das Thier ursprünglich besitzt, schon zur Erhaltung des Grades von Intelligenz, den dasselbe in der Gefangenschaft zu äussern pflegt, hinreichend seyn.

3) Schneidet man eine Schichte von den Vierhügeln weg, so sind die Folgen: Blindheit, wobei die Iris, wie im vorigen Falle, ihre Beweglichkeit behält, convulsivische Bewegungen und darauf Schwäche der willkührlichen Muskeln. Die übrigen Sinne und die Geisteskräfte des Thiers leiden aber dabei nicht merklich. Wird blos von den Vierhügeln der einen Seite ein oberflächlicher Theil weggenommen, so erfolgen diese Wirkungen im Auge und in den Muskeln der entgegengesetzten Seite. Das Thier drehet sich dabei im Kreise nach der Seite des gesunden Auges, doch nur willkührlich: denn es thut das Nehmliche, wenn man ihm bei unverletztem Gehirn das eine Auge verbunden hat. Mit den hintern Hemisphären des Gehirns der Vögel, Amphibien und Fische soll es sich bei diesen Versuchen wie mit den Vierhügeln des Säugthiergehirns verhalten. Da jene aber mit diesen nicht ganz einerlei sind, sondern noch sonstige Hirnorgane der Säugthiere in sich schliessen, so ist nicht zu bezweifeln, dafs nach tiefern Verletzungen der erstern der Erfolg anders als nach Verwundungen der Vierhügel seyn wird.

4) Werden die vorigen Operationen am kleinen Gehirn gemacht, so fahren die Sinnesorgane fort ihre Verrichtungen zu thun. Das Thier geräth aber in eine heftige Unruhe, wobei es immerfort seine Stellung zu verändern sucht, ohne seine Gliedmaafsen auf die gehörige Weise gebrauchen zu können, und es entsteht eine Schwäche der willkührlichen Muskeln, die sich, wenn blos die eine Hälfte des kleinen Gehirns weg-

genommen ist, wie bei den vorigen Versuchen auf der entgegengesetzten Seite äussert. Flourens hat aus der ersten dieser Erscheinungen geschlossen, das kleine Gehirn sey das Organ, wodurch ganze Gruppen von willkührlichen Bewegungen dem beabsichtigten Zwecke gemäſs verkettet werden, also das Associationsorgan dieser Bewegungen. Der Gedanke hat Einiges für sich. Das kleine Gehirn kann nicht ohne bedeutenden Einfluſs auf alle Empfindungen und Bewegungen seyn, da es durch seine Schenkel vorne mit dem groſsen Gehirn, hinten mit dem verlängerten Mark und Rückenmark in enger Verbindung steht. Dem Grad der Entwickelung desselben in der Thierreihe entspricht auch die Zahl der verschiedenartigen Bewegungsorgane und die Mannichfaltigkeit der Associationen, deren diese fähig sind. Allein die Thatsache, worauf Flourens's Meinung gestützt ist, läſst sich noch auf andere Weise erklären. Wenn die Kraft des verlängerten Marks und Rückenmarks durch die Integrität des kleinen Gehirns bedingt ist, so ist das Thier nach Verstümmelung des letztern unvermögend, seine Muskeln auf die angemessene Art wegen Schwäche der bewegenden Kraft zu gebrauchen. Diese kann aber wechselnd in Beziehung auf verschiedene Muskeln seyn, und in diesem Falle wird sich das Thier derer bedienen, worüber es im Augenblick des Wollens die meiste Gewalt hat, obgleich dieselben nicht die passendsten zu dem beabsichtigten Zweck sind und das Associationsvermögen der Bewegungen nicht verlohren gegangen ist. Soviel ist gewiſs, daſs die Herrschaft des kleinen Gehirns sich nicht über

alle Associationen der Bewegungen erstreckt. Die willkührlichen Bewegungen gehen eben so coordinirt bei den Lampreten und Fröschen mit einem bloſsen Rudiment von kleinem Gehirn als bei den, ein sehr vollständiges kleines Gehirn besitzenden Cetaceen vor sich. Manche Verkettungen sind zunächst durch die Nerven bedingt. Andere haben ihren nächsten Grund im verlängerten Mark und Rückenmark. Noch andere, besonders die sehr wichtigen der Augenmuskeln, hängen vom groſsen Gehirn ab.

5) Das Leben des Gehirns kann noch einige Zeit fortdauern, wenn das Rückenmark nicht zu nahe dem groſsen Hinterhauptsloche durchschnitten ist. Je näher die Verletzung dem verlängerten Mark kömmt, desto schneller erlöscht jenes. Fortdauer desselben bei Trennung des ganzen Gehirns vom verlängerten Mark läſst sich selbst bei den niedrigsten Wirbelthieren nicht annehmen. Wenn bei Thieren noch associirte Bewegungen in den Gesichtsmuskeln nach der Enthauptung statt finden, so ist dabei doch nur das Rückenmark durchschnitten, das verlängerte Mark aber noch mit dem Gehirn in Verbindung. Das verlängerte Mark ist also der Mittelpunct des ganzen organischen Lebens. Dies könnte es nicht seyn, wenn es nicht in gewissem Grade selbstthätig wirkte. Aber es wirkt doch auch zugleich, ähnlich den Nerven, als Leiter empfangener Eindrücke. Die Leitung erfolgt längs demselben und dem Rückenmark auf der nehmlichen Seite, worauf der Eindruck geschieht. Die Impulse aber, die vom Gehirn auf diese Organe wirken, gehen von der ent-

gegengesetzten Seite der leitenden Hälfte aus. Es entstehen, wenn die Centralorgane der einen Hälfte des Gehirns bis auf einen gewissen Punct und in einem gewissen Grade verletzt werden, oft gleichseitige Zuckungen, aber immer ungleichseitige Lähmungen. Bei Krankheiten, wo eine halbseitige Lähmung vorhanden war, fand sich zwar zuweilen ein örtliches Uebel im Innern des Gehirns auf der Seite der gelähmten Gliedmaafsen.*) Allein wir werden unten sehen, dafs sich aus diesen pathologischen Fällen nichts Sicheres folgern läfst. Von dem Gesetz der gleichseitigen Fortpflanzung von Reizungen machen jedoch, wie schon vorhin bemerkt ist, die Vierhügel eine Ausnahme. Noch unausgemacht ist es übrigens, von welchem Puncte an der Hirnstamm fähig ist, physische Eindrücke zu leiten.

Vergleichen wir jetzt mit den bisherigen Resultaten die Lebensäusserungen solcher mifsgebildeten Wesen, bei denen bedeutende Theile des Gehirns verkrüppelt waren oder ganz fehlten, so finden wir diese ebenfalls mit jenen übereinstimmend. Parry**) sahe ein Kind, das ohne die mindeste Spur von grofsem und kleinem Gehirn gebohren war, zwanzig

*) Einen neuern Fall, wo eine Lähmung der Extremitäten und des einen Auges auf derselben Seite statt fand, auf welcher eine organische Verletzung des Gehirns vorhanden war, hat Wedemeyer in Rust's Magazin für die gesammte Heilkunde (H. 19. S. 227) beschrieben. Larrey machte dagegen wieder eine Beobachtung von entgegengesetzter Art bekannt. Journ. de Physiol. par Magendie. T. VIII. p. 1.

**) Elements of Pathology and Therapeutics. Vol. I. p. 260.

Stunden nach der Geburt die Knie bewegen, wenn es unter den Fufssohlen gekitzelt wurde, an einem in den Mund gesteckten Finger saugen, faeces und Harn lassen, und Speise verschlucken. Es gingen hier also instinctartige Handlungen ohne Mitwirkung des grofsen und kleinen Gehirns vor sich. Aber das höhere Sinnenleben entwickelt sich bei keinem Kinde, dessen grofses Gehirn fehlt, obgleich ein Leben, das blos durch das allgemeine Gefühl mit der äussern Natur in Wechselwirkung steht, einige Zeit dabei fortdauern kann. Bei einem zweijährigen Kinde, das mit abgeplattetem Vordertheil des Schädels und über einander geschobenen Schädelknochen gebohren war, und bei dem sich keine Spur von Gegenwart anderer Sinne als dem des allgemeinen Gefühls zeigte, bei welchem aber dessen ungeachtet das Athemhohlen, die Verdauung und Ernährung vor sich gingen und das sogar noch einige Monate vor dem Tode drei Schneidezähne bekam, fand ich das kleine Gehirn, die Brücke, das verlängerte Mark und die von dem letztern ausgehenden Nerven im regelmäfsigen Zustande, von dem grofsen Gehirn aber nur Bruchstücke, deren mehrere zu einer einzigen, einförmigen Masse verschmolzen waren.*) Sind die Kernorgane des Gehirns auch ursprünglich vorhanden, ist aber die Haube unvollkommen gebildet, so bleibt der Mensch auf einer niedrigen Stufe der geistigen Entwickelung stehen. Willis**) hat eine Abbildung von dem Gehirn eines,

*) Biologie. B. 6. S. 137.

**) Cerebri Anat. C. 3. Fig. 4.

von Kindheit an blödsinnigen jungen Mannes geliefert, worin die Hirnwindungen höchst unvollkommen entwickelt erscheinen und der gröfste Theil des Balkens ganz fehlte. Von eben diesem Organ fehlte auch in einem von Reil*) beschriebenen Fall der ganze mittlere und freie Theil bei einem Mädchen, das sonst gesund, aber soweit blödsinnig war, dafs sie nur von dem Dorfe, wo sie wohnte, in die Stadt gehen und alltägliche Botschaften überbringen konnte.

Es liesse sich erwarten, dafs auch aus den Folgen krankhafter, erst nach der Geburt zufällig entstandener Veränderungen einzelner Hirnorgane und anderer Centraltheile des Nervensystems sich Aufschlüsse über die Verrichtungen dieser Theile ergeben müfsten. Indefs, alle Resultate, die sich aus solchen Fällen ziehen lassen, sind sehr unzuverlässig. Einen merkwürdigen Beweis dieses Ausspruchs geben folgende Beispiele. Willis**) konnte bei einem Menschen, der von Jugend an blödsinnig war, keinen weitern Fehler als auffallende Kleinheit des Gehirns und des untern Halsknotens des sympathischen Nerven, und eine kleinere Zahl Nerven des letztern, als im regelmässigen Zustande von demselben ausgehen, entdecken. Das Gegentheil hiervon giebt Cayre als das Resultat der Leichenöffnung von neun Blödsinnigen an. Bei diesen sollen die Hirn- und Rückenmarksnerven gelb und dünn, hingegen die Knoten und Zweige des sympathischen Nerven, besonders die Cervicalganglien,

*) In dessen Archiv für die Physiologie. B. XI. S. 341.

**) A. a. O. C. 26. Opp. ex ed. Blasii. p. 95.

und unter diesen vorzüglich das obere, sehr grofs gewesen seyn.*) Was läfst sich aus solchen Widersprüchen schliessen?

Es giebt wenig organische Krankheiten des Gehirns, die nicht auf den Geist und Körper die verschiedensten Wirkungen hatten. Burdach hat sich der schweren Arbeit unterzogen, die Beobachtungen über diesen Gegenstand im 3ten Bande seines Werks „Ueber den Bau und das Leben des Gehirns" zu sammeln, und die Zahl der verschiedenen Wirkungen, die jede Verletzung eines gewissen Theils des Gehirns hatte, aufzusuchen. Er hat aber die Beobachtungen nur gezählt, nicht gewogen, und schon deswegen ist seine Ernte auf diesem Felde sehr dürftig ausgefallen. Wären sie aber auch alle möglichst gesichtet, so würde sich doch wenig Sicheres darauf bauen lassen. Zufällige Verletzungen des Gehirns von äussern, mechanisch wirkenden Ursachen haben immer Nebenwirkungen, die sehr verschiedener Art seyn können, die sich selten erkennen lassen und deren Einflufs auf das Gehirn oft weit wichtiger als der der ursprünglichen Verletzung ist. Krankhafte Veränderungen einzelner Theile des Gehirns aus innern Ursachen sind in der Regel nur der, in die Augen fallende Ausdruck innerer, weit wichtigerer Veränderungen des ganzen Gehirns oder doch eines grofsen Theils desselben. Ich habe hiervon Beweise an dem Gehirn eines Greises gefunden, der seit Jahren verrückt gewesen und plötzlich

*) Nouveau Journal de Médécine etc. redigé par Beclard, Chomel etc. T. VI. p. 40.

gestorben war. Bei der Leichenöffnung fand sich das Gehirn dem äussern Anscheine nach nicht anders verändert, als man es bei den verschiedensten Geisteskrankheiten findet. Der Schädel war sehr verdickt. Die harte Hirnhaut hing sehr fest mit demselben zusammen. Die sämmtlichen Hirngefäſse strotzten von Blut. Die Basilararterie enthielt an mehrern Stellen kleine, weiſsliche, harte Concretionen. Die Hirnventrikel waren von Wasser ausgedehnt, und die beiden Zugänge von den Seitenventrikeln zur dritten Hirnhöhle sehr erweitert. Wichtigere Aufschlüsse gab mir die microscopische Untersuchung der Textur dieses Gehirns. Bei gesunden Menschen zeigen sich die Hirnfasern als Reihen von Kügelchen, die an einigen Stellen parallel neben einander liegen, an andern unter sich verschlungen sind, und oft ziemlich weit ununterbrochen fortgehen. Hier fand ich allenthalben, sowohl in der Rindensubstanz als im Mark, nur Fragmente solcher Reihen. Nirgends sahe ich mehr als zwei bis drei Kügelchen mit einander zusammenhängen. Aehnliche Veränderungen der innersten Textur des Gehirns sind gewiſs bei jeder, aus innern Ursachen entstandenen organischen Krankheit dieses Eingeweides vorhanden. Da sich nicht bestimmen läſst, wie weit sie sich erstrecken und in welchen Krankheiten sie vorzüglich statt finden, so sind auch alle Schlüsse und Beobachtungen über die Verbindung gewisser Geisteskrankheiten mit organischen Fehlern des Gehirns, die man nur dem Aeussern nach erkannt hatte, ganz unzuverlässig.

Die einzigen Thatsachen, woraus sich weitere Folgerungen in Hinsicht auf unsern Gegenstand mit Sicherheit ziehen lassen, sind die, welche die vergleichende Hirnlehre liefert. Ich glaube, folgende Sätze aus Gründen dieser Lehre ableiten zu können.

Die höhere Organisation des menschlichen Gehirns ist gebildet für Ideen, die sich auf die sichtbare und hörbare Natur beziehen. Die Delphine haben nur Rudimente von Riechnerven, keine besondere Tastwerkzeuge, eine Zunge, die nicht zum feinern Schmecken organisirt ist, und einen nicht viel ausgebildeteren Apparat von Werkzeugen der willkührlichen Bewegung als die Fische. Und doch stehen sie nächst den Affen dem Menschen im Baue des Gehirns näher als die übrigen Thiere. Nur die Organe des Gesichts und Gehörs sind bei ihnen in dem Grade ausgebildet, daſs sie ihnen mannichfaltige Empfindungen verschaffen können. Aber die Schärfe dieser Sinne muſs doch nach dem Bau ihres Auges und Ohrs bei ihnen weit geringer als bei manchem andern Thiere seyn, die ein weniger ausgebildetes Gehirn als sie besitzen. Der höhere Bau dieses Eingeweides kann also nicht für die Empfindungen, sondern muſs für die Vorstellungen von sichtbaren und hörbaren Eindrücken vorhanden seyn.

Diese und überhaupt alle Vorstellungen werden durch das groſse Gehirn vermittelt: denn nur solange dasselbe vorhanden ist, äussert das Thier noch Zeichen

von Denken. Aber mit den Vorstellungen, die sich auf hörbare Eindrücke beziehen, steht auch das kleine Gehirn in naher Beziehung. Das grofse Gehirn der Crocodile weicht nur wenig von dem der Vögel ab. Allein das kleine Gehirn derselben hat eine weit geringere Ausbildung als das der letztern. Diesem Unterschiede entspricht nichts so sehr als die höhere Stufe der Verhältnisse des Gehörsinns zum geistigen Leben, der nur bei den Säugthieren und Vögeln, also nur bei denen Thieren, die ein kleines Gehirn mit einem Lebensbaum haben, mit allen Vorstellungen und Gefühlen in näherer Wechselwirkung steht. Diese zeichnen sich freilich auch darin vor den übrigen Thieren aus, dafs ihr Athemhohlen einen, von äussern Einwirkungen unabhängigen Rhythmus behauptet, und hierauf bezieht sich ohne Zweifel ebenfalls die höhere Ausbildung ihres kleinen Gehirns. Aber dadurch ist nicht die Beziehung des letztern auf das Gehör ausgeschlossen; im Gegentheil, diese ist grade mit dem Verhältnifs zum Athemhohlen verbunden. Nur den Säugthieren und Vögeln ist nehmlich das Vermögen eigen, vermittelst der Werkzeuge des Athemhohlens Töne hervorzubringen, die ihren Empfindungen und Vorstellungen entsprechen. Es läfst sich kein Einwurf dagegen von der Thatsache hernehmen, dafs das Vermögen zu hören nach Wegnahme des kleinen Gehirns noch fortdauert: denn hier ist nicht von blofsen Empfindungen, sondern von Vorstellungen die Rede. Das Vermögen zu sehen und zu riechen wird ebenfalls durch Wegnahme der Haube des grofsen

Gehirns nicht aufgehoben, obgleich diese gewifs mitwirkend bei dem Act des Vorstellens sichtbarer und riechbarer Eindrücke ist. Das kleine Gehirn ist also ein Organ für die Vorstellungen der hörbaren Eindrücke und zugleich für die, diesen Vorstellungen entsprechende Einwirkung durch Töne auf die äussere Welt.

Der Sinn des Geruchs steht wie der des Gesichts zunächst mit dem grofsen Gehirn, aber auf eine andere Art als dieser, in Beziehung. Bei seiner stärkern Entwickelung werden die Theile, die im menschlichen Gehirn für die Bildung und Aufbewahrung der Ideen von der sichtbaren Welt dienen, zurückgedrängt und die übrigen Hirnorgane von mehrern Seiten sehr verändert. Jene stärkere Entwickelung fängt unter den Säugthieren bei den Robben an, die weit gröfsere Riechnerven als der Mensch und die Affen haben, und bei welchen diese Nerven ihrer ganzen Länge nach mit der Basis der vordern Hirnlappen verbunden sind. Sie erreicht ihr Maximum bei den Säugthieren, die Riechfortsätze des Gehirns (Corpora mammillaria) besitzen. Diesen letztern Thieren fehlen die hintern Hirnlappen; die Masse ihrer vordern und mittlern Hirnlappen ist vermindert; hingegen sind einige innere Hirnorgane theils auf eine andere Art als bei dem Menschen und den Affen mit den übrigen verbunden, theils in weit höherm Grade ausgebildet. Zu diesen Organen gehören vorzüglich die vordere Commissur, die Ammonshörner und die, von den

hintern Fortsätzen des Gewölbes zu diesen Hörnern gehenden Markfasern. Die vordere Commissur, die bei dem Menschen und den Affen mit den Riechnerven keine unmittelbare Gemeinschaft hat, setzt sich bei den Säugthieren mit Riechfortsätzen in diese Organe fort. Die Ammonshörner bekommen ein Uebergewicht an Masse selbst über die Sehe- und Streifenhügel, und die Fimbrien bilden für dieselben eine, aus sehr langen und starken Markfasern bestehende Scheide, von welcher sich ein Fortsatz über den innern Höker der Sehehügel zum Ursprung der Sehenerven erstreckt. Bei dieser sehr veränderten Structur des Gehirns müssen die Thiere mit Riechfortsätzen in einer, von der unsrigen sehr verschiedenen Ideenwelt leben. Da bei uns der Sinn des Geruchs mehr als einer der übrigen schlummernde Erinnerungen weckt, so mufs diese Wirkung in noch weit höherm Grade bei ihnen statt haben. Je mehr bei einem Thier das Gehirn für ihn organisirt ist, ein desto regerer Instinct läfst sich bei demselben voraussetzen. Dieser herrscht in der That bei den Wirbelthieren vorzüglich da, wo es Riechfortsätze giebt; in weit geringerm Grade oder gar nicht, wo blos Riechnerven vorhanden sind. Die Fäden, die von den Riechfortsätzen zur Nase gehen, sind auch sehr verschieden von allen übrigen Sinnesnerven. Diese bestehen immer nur aus Marksubstanz; jene zum Theil auch aus einer ähnlichen Rindensubstanz, wie in den Riechfortsätzen enthalten ist.

Für die Sinne des Geschmacks und Getastes lassen sich nicht so wie für die übrigen Sinne Beziehungen auf einzelne Theile des Gehirns angeben. Die Form des Gehirns ist zwar eine andere bei einer andern Zunge und andern Tastorganen. Allein mit der veränderten Structur dieser Organe ist auch immer eine andere Organisation des ganzen übrigen Körpers, besonders der willkührlichen Bewegungswerkzeuge, verbunden, und damit steht die Form des ganzen Gehirns ebenfalls in Verbindung. In einem einzelnen Theil des Gehirns ist diese Organisation aber nicht so ausgedrückt, dafs sie sich bisjetzt mit Gewifsheit nachweisen läfst.

Es giebt aber auch eine Beziehung des Gehirns auf das unbewufste Leben. Diese ist vorzüglich dem kleinen Gehirn eigen, worin durch die strickförmigen Körper die obern Stränge des Rückenmarks, aus welchen die Wurzeln des Intercostalnerven entspringen, unmittelbar übergehen. Auf ihr beruhet die Verbindung der höhern Organisation dieses Eingeweides mit dem festern Rhythmus des Athemhohlens, und aus ihr läfst sich die, nach dem Verlust des kleinen Gehirns eintretende Unregelmäfsigkeit der willkührlichen Bewegungen befriedigender als aus der von Flourens vorausgesetzten Ursache erklären.

Bei aller Hirnthätigkeit findet eine Wirkung entweder vom Innern des Gehirns nach den Nerven,

oder umgekehrt von den Nerven nach dem Innern des Gehirns statt. Jene geht bei der willkührlichen Muskelbewegung, diese beim Empfinden vor. Indefs ist bei allem Wollen und Empfinden keine ohne die andere. Indem wir einen Act des Wollens vollziehen, empfinden wir auch das Resultat desselben, und indem wir empfinden, wirken wir auch auf das peripherische Ende des Nerven durch willkührliches Aufmerken auf den Eindruck. Hiervon unabhängig ereignet sich aber auch bei allen lebhafteren Operationen der Einbildungskraft ein Wirken von innen nach aussen. Jede Vorstellung ist ein Abstractes von Einer oder mehrern Empfindungen. Bei der Empfindung ist das peripherische Ende eines gereizten Nerven, bei der Vorstellung ein Theil im Innern des Gehirns das ursprünglich Thätige. Beim Schaffen der Einbildungskraft geht eine Thätigkeit vom Innern des Gehirns zu einem oder mehrern Sinnesnerven über. Je mehr diese Nerven dadurch in ein ähnliches Wirken wie von einem äussern Eindruck versetzt werden, desto mehr Lebhaftigkeit erhält die Vorstellung und desto concreter wird sie. Auf dieses Wirken hat der Wille Einflufs. Es hängt jedoch nicht von der Willkühr ab, eine von der Einbildungskraft erzeugte Vorstellung ganz in eine Empfindung zu verwandeln. Wohl aber können Einwirkungen auf das Gehirn, die vom sympathischen Nerven auszugehen scheinen, wirkliche Sinnesempfindungen hervorbringen, denen keine äussere Gegenstände entsprechen. Solche Empfindungen kommen als Phantome vorzüglich in den Sehenerven vor.

Bei diesen Hirnwirkungen ist ohne Zweifel der Verlauf der Hirnfasern von Wichtigkeit. Sie erfolgen aber nicht ganz nach den Gesetzen dieses Verlaufs, und um so weniger, je mehr sie höherer geistiger Art sind. Manche Thatsachen scheinen anfangs daraus erklärbar. Allein bei genauerer Prüfung finden sich immer dabei Schwierigkeiten, die sich nicht heben lassen, ohne noch andere Thatsachen zu Hülfe zu nehmen. So hat man vermuthet, und ich selber habe sonst für glaublich gehalten, die Kreutzung, welche die Pyramidalstränge im Gehirn des Menschen und der Säugthiere bei ihrem Uebergang vom Rückenmark zum verlängerten Mark bilden, enthalte den Grund der Erscheinung, dafs organische Krankheiten der einen Hälfte des grofsen Gehirns in der Regel Lähmung der äussern Gliedmaafsen auf der entgegengesetzten Seite des Körpers zur Folge haben. Ich habe mich indefs nachher überzeugt, dafs diese Kreutzung bei den Vögeln und Amphibien nicht statt findet, obgleich auch bei ihnen die Lähmung der entgegengesetzten Extremitäten eine Folge nach Verletzungen des Innern einer Hemisphäre des grofsen Gehirns ist. Aus jener Voraussetzung ist auch nicht zu erklären, warum mit der ungleichseitigen Lähmung Zuckungen der gleichseitigen Glieder verbunden sind. Die Pyramidalstränge machen überdies nur einen Theil der vom Rückenmark in die Hemisphären des grofsen Gehirns ausstrahlenden Fasern aus. Es läfst sich nicht nachweisen, dafs die Nerven der Extremitäten mit

ihnen zusammenhängen. Auch erregen Reizungen der Vierhügel der einen Seite Zuckungen in den Muskeln der entgegengesetzten Hälfte des Körpers, obgleich die zu den Vierhügeln gehenden Fasern des verlängerten Marks keine Kreutzung machen. Bei diesen Schwierigkeiten ist mir die Erklärung wahrscheinlicher geworden, die ich oben vorgetragen habe, dafs die Leitung des Impulses zu einer willkührlichen Bewegung der einen Seite durch gleichartige Hirnfasern geschieht, der Impuls selber aber von der Hirnhemisphäre der andern Seite ausgeht, und durch die Commissuren nach der ersten Seite fortgepflanzt wird.

Eine andere hierher gehörige Thatsache ist die Uebereinstimmung unserer Gesichtsempfindungen mit den Empfindungen unserer übrigen Sinnesorgane, obgleich die Bilder der Gegenstände auf der Netzhaut die entgegengesetzte Stellung von der haben, worin sie auf die übrigen Sinne wirken. Wenn sich alle Fasern der Sehestreifen (Tractus optici) so durchkreutzten, dafs nicht nur die des linken Streifens zum rechten und die des rechten zum linken Auge, sondern auch die untern derselben zur obern, die obern zur untern Hälfte des Auges gingen, so würde sich hieraus jene Uebereinstimmung erklären lassen. Allein die Durchkreutzung findet bei dem Menschen und den Säugthieren nur an den, auf der innern Seite der Streifen liegenden Fasern statt. Es kann seyn, dafs die Fasern der äussern Seite zum vordersten Rand der Netzhaut gehen, zu welchem keine Strahlen gelangen,

und dafs sie hier vielleicht in Verbindung mit den Ciliarnerven nicht mehr zum Sehen, sondern zur Bewirkung der, dem Sehen angemessenen Bewegungen der Iris dienen. Wenn aber dies wirklich auch der Fall seyn sollte, so ist doch die weitere Voraussetzung nöthig, dafs die obern Fasern der Sehestreifen im Auge nach unten, die untern nach oben verlaufen, und dafür läfst sich nichts zur Bestätigung anführen.

Hiermit soll nicht gesagt seyn, dafs der Verlauf der Hirnfasern von keiner Wichtigkeit bei den Wirkungen der Hirnfasern ist. Dies kann Keiner behaupten, der nur einigermaafsen diesen so unendlich verwickelten und künstlichen Verlauf kennet. Unsere Meinung ist nur, dafs sich nicht über eine gewisse Gränze hinaus Erklärungen davon hernehmen lassen. Blos mit der Leitung der Eindrücke kann derselbe in einer nähern Beziehung stehen, und diese Beziehung wird sich vielleicht noch deutlicher einst, wenn das Gewebe der Hirnfasern ganz entwirrt seyn wird, als bei unsern jetzigen, noch sehr beschränkten Kenntnissen der Textur des Gehirns zeigen. Es giebt wahrscheinlich noch andere Kreutzungen von Hirnfasern als die der Pyramidalstränge und der Sehestreifen. Langenbeck*) glaubt, eine solche zwischen den Fasern beider Blätter der durchsichtigen Scheidewand, am hintern Ende derselben, entdeckt zu haben. Ueber diese habe ich keine eigene Beobachtungen. Bei meinen Untersuchungen des

*) Tabulae neurolog. Tab. XXI. Fig. 2.

Gehirns ist es mir aber fast zur Gewifsheit geworden, dafs aus der Spalte in der Mittellinie der obern und untern Seite des verlängerten Marks und aus der, die sich zwischen den beiden Schenkeln des grofsen Gehirns auf der Basis desselben befindet, sich durchkreutzende Queerfasern hervorkommen, welche zu den Wurzeln der aus diesen Theilen entspringenden Nerven gehen. Schon Santorini*) behauptete sehr bestimmt, es gebe eine Kreutzung zwischen den, in der kleinen Grube an der Spitze der Schreibfeder der vierten Hirnhöhle sichtbaren Fasern. Man kann sich hierüber an einem frischen Gehirn leicht täuschen. Zieht man aber an einem, in Alcohol erhärteten Gehirn die rechte und linke Hälfte des verlängerten Marks von der Schreibfeder und der, zwischen den Pyramiden befindlichen Spalte aus allmählig und behutsam von einander, so erscheint auf der ganzen Fläche der Trennung beider Hälften eine Lage von senkrechten Fasern, die sich in die erwähnten oberflächlichen Queerfasern so fortsetzen, dafs die von der einen Seite der obern oder untern Fläche des verlängerten Marks kommenden zur entgegengesetzten Seite der untern oder obern Fläche desselben zu gehen scheinen. Diese Queerfasern laufen unter den strickförmigen Körpern und den Pyramidalsträngen weg, und scheiden die inwendige Fläche dieser Faserbündel von dem übrigen verlängerten Mark. Jene senkrechte Schichte, die bisher nur erst von Reil**) einiger-

*) Septendecim Tabulae. p. 29.

**) In dessen Archiv für die Physiologie. B. 9. S. 493.

maafsen beachtet wurde, der in ihren Fasern ebenfalls eine Kreutzung bemerkt zu haben glaubte, fand ich bei allen Wirbelthieren. Die Fasern weichen nach den beiden Enden des verlängerten Marks, mit Einschlufs der Varolischen Brücke, von ihrer senkrechten Stellung ab und lehnen sich vorne an eine andere verticale Fasernschichte, welche zwischen den beiden Hirnschenkeln liegt und deren Fasern von der Mittellinie des Bodens der Sylvischen Wasserleitung nach dem Ursprung der Nerven des dritten Paars in einer solchen Richtung gehen, dafs sie ebenfalls bei ihrem Austritt aus der, zwischen den beiden Hirnschenkeln auf der Basis befindlichen Spalte sich zu durchkreutzen scheinen. Der letztern Schichte entgegen und auch nach jenem Ursprunge zu läuft queer über jeden der beiden Hirnschenkel eine Markbinde, die von dem untern Rande der innern Kniehöker kömmt.

Es sind solche Decussationen selbst bei den wirbellosen Thieren zugegen. Im Gehirn derselben lassen sie sich freilich nicht aufweisen. Allein bei Cyclostoma elegans fand ich hinter dem Hirnring, auf jeder Seite der inwendigen Fläche des Fufses, einen Nervenknoten, der mit dem gleichseitigen Theil des Hirnrings durch zwei Fäden zusammenhängt, und hinter diesen beiden Knoten zwei andere, von welchen der rechte mit dem linken, der linke mit dem rechten der vorhergehenden durch eine lange Wurzel kreutzweise verbunden ist. Die Nerven der beiden letztern Knoten verliehren sich im hintern Ende de Fufses.

Diese Kreutzungen sind gewifs nicht ohne wichtige Bedeutung. Es wird, glaube ich, noch eher möglich seyn, dafs sich in ihnen eine Erklärung des Uebereinstimmens der umgekehrten Darstellung der Bilder auf der Netzhaut mit den Eindrücken auf unsere übrigen Sinneswerkzeuge einst findet, als dafs sich diese aus andern Gründen ergiebt, worin man sie gesucht hat. So kann ich diese nicht mit Berthold*) und Shaw**) darin annehmen, dafs, um den obern Theil eines Gegenstandes zu erblicken, das vordere Ende der Augenaxe nach oben, um den linken Theil desselben wahrzunehmen, nach der linken Seite u. s. w. gerichtet werden mufs. Die Bewegungen des Augapfels entsprechen freilich der wirklichen Lage der Gegenstände. Man mag aber dieses Factum drehen und wenden wie man will, so bleibt es doch unerklärt, wie Eindrücke auf die rechte Hälfte der Netzhaut als gleichseitig mit Eindrücken auf alle übrige Nerven der linken Seite empfunden werden, und dabei pafst der angegebene Grund nicht auf die einfachen Augen der Insecten, die gar keine Beweglichkeit haben, und wodurch doch auch die Bilder der Gegenstände umgekehrt dargestellt werden, während diese in den zusammengesetzten Augen derselben Thiere aufrecht erscheinen.

---

*) Das Aufrechterscheinen der Gesichtsobjecte trotz dem umgekehrt stehenden Bilde derselben auf der Netzhaut. Von A. A. Berthold. Göttingen. 1830.

**) The Journal of the Royal Institution. Nro. 5. Decbr. 1831. p. 250.

Ganz unanwendbar sind die Gesetze des Verlaufs der Hirnfasern auf die Erklärung der höhern geistigen Functionen. Es läſst sich daraus nichts über die Entstehung der Vorstellungen, der Associationen derselben, der Operationen der Einbildungskraft u. s. w. begreiflich machen. Unsere Vorstellungen sind nicht etwa verblichene Abdrücke von Empfindungen, sondern jede ist ein Abstractum von einzelnen Empfindungen, bei deren Entstehung sehr verschiedene Nervenfasern gerührt wurden. Associationen finden unter Vorstellungen statt, die sich auf die verschiedensten Sinnesempfindungen beziehen, auf Reizungen von Nervenfasern, die weder in Contiguität noch in Continuität mit einander stehen können. Es läſst sich denken, daſs die Einbildungskraft, indem sie gewisse Erzeugnisse hervorbringt, gewisse Hirnfasern in Schwingungen versetzt. Aber sie muſs dann diese Fasern in sehr verschiedenen Gegenden des Gehirns aufsuchen. Denn was können, wenn sie z. B. eine Lilie mit dem Duft der Rose bildet, die Fasern, die einst von dem Eindruck der Lilie gerührt wurden, mit denen gemein haben, welche die Empfindung des Geruchs der Rose erweckten?

Es findet übrigens auch ein faseriger Bau keinesweges in jedem Gehirn oder in jedem Theil desselben statt. In mehrern, ganz frischen Thiergehirnen konnte ich unter dem Vergröſserungsglase bei einer 500maligen Vergröſserung im Durchmesser weder in der Rinde noch im Mark wirkliche Fasern entdecken. Ich sahe z. B. in Scheiben sowohl des Marks als der Rinde eines

Sperlingsgehirns blos feine, ganz unregelmäfsige Striche, die das Ansehn von Rissen hatten, einzeln liegende Kügelchen und an einigen Stellen parallele, helle Streifen mit dunklen Zwischenräumen. In Scheiben der Hirnsubstanz eines Frosches fand ich parallele, sehr schwach begränzte Streifen, die solche Krümmungen machten und zwischen sich solche Schatten hatten, als ob ihre Zwischenräume Reihen von unausgebildeten Kügelchen enthielten. Hin und wieder lagen in ihnen deutliche Kügelchen, aber immer nur einzeln. Ein ähnliches Ansehn hatte unter dem Microscop der aus den Fallopischen Röhren dieses Frosches hervorgedrungene Schleim. Nur gab es in diesem nicht die längslaufenden Streifen. Noch ähnlicher erschienen der Hirnsubstanz des Frosches Stückchen halbgeronnenen Hühnereiweisses. Es zeigten sich darin eben so wie in jener dunkle, parallele Streifen, deren hellere Zwischenräume von unregelmäfsigen Queerstreifen durchschnitten waren. In der Substanz des Gehirns anderer Thiere und des Menschen sahe ich dagegen an vielen, doch auch nicht an allen Stellen Bündel von Fasern, die aus an einander gereiheten Kügelchen bestanden. Diese Verschiedenheit kann nicht mit der Stärke und Schwäche der Individuen in Verbindung stehen. Wovon sie aber abhängt, vermag ich nicht anzugeben. Auf jeden Fall ist soviel gewifs, dafs ein regelmäfsiges Wirken des Gehirns ohne eine bestimmte Gestaltung der organischen Elemente desselben vor sich gehen kann.

Druckfehler.

Seite 67. Zeile 11. Statt erfoschen lese man erforschen.
» 79. » 19. » vollkommene l. m. vollkommen.
» 143. » 16. » Blätterpuaren l. m. Blätterpaaren.
» 207. » 18. Nach Lanius Excubitor. Statt 232 l. m. 332.
» 207. » 20. Statt eben so hoch als der Hase lese man höher als der Fuchs.



Die

Erscheinungen und Gesetze

des

organischen Lebens.



Neu dargestellt

von

Gottfried Reinhold Treviranus.



ZWEITER BAND.

Zweite Abtheilung.

BREMEN. 1833.

Druck und Verlag von Johann Georg Heyse.



Inhaltsverzeichnifs.

EILFTES BUCH.

ZWÖLFTES BUCH.

DREIZEHNTES BUCH.

VIERZEHNTES BUCH.



EILFTES BUCH.

Zeugung.

Die Entstehung und Entwickelung der lebenden Wesen war ein Gegenstand unserer Untersuchungen im zweiten Buch. Hier wird uns die Frage beschäftigen: Durch welche Mittel jene Vorgänge von Seiten des Zeugenden bewirkt werden?

Die Zeugung ist die höchste Function jedes Lebenden. Das Vermögen, sie zu vollziehen, tritt immer erst in der Periode des höchsten Lebens ein. Früh erlangen dasselbe die Thiere und Pflanzen, welche früh diese Periode erreichen, wie die Pilze und manche der Insecten, die keine Verwandlung erleiden; spät, viele der höhern organischen Wesen. In ihrer einfachsten Form ist sie Treiben von Keimen und Sprossen als blofse Folge des Wachsthums. Hierüber ist das Wichtigste schon im zweiten Buch gesagt worden. Ein höherer Act ist sie da, wo sie durch Einwirkung eines Organs auf ein anderes in einem und demselben Individuum geschieht, und ein noch höherer, wo sie durch Vereinigung zweier Individuen von verschiedenem Geschlecht vermittelt wird. Diese Zeugung durch Befruchtung werden wir hier näher in Betrachtung ziehen.

Paarung und Befruchtung.

Wir haben bei unsern jetzigen Untersuchungen Paarung und Befruchtung zu unterscheiden, und zwar nicht blos in der Rücksicht, weil die erstere zufällig ohne Erfolg seyn kann, sondern vorzüglich deswegen, weil diese bei manchen Thieren nicht mit jener verbunden und jene zwar meist Ursache, zuweilen aber auch Folge derselben ist. Paarung ist organische Vereinigung zweier Individuen zum Behuf der Zeugung. Befruchtung ist Einwirkung eines männlichen Zeugungsstoffs auf eine weibliche Zeugungsmaterie. Dafs diese Unterscheidung wichtig ist, wird sich unten zeigen.

Um etwas Weiteres über unsern Gegenstand auszumachen, wird es nöthig seyn, erst die Organe und Materien zu untersuchen, die bei der Paarung und Befruchtung wirksam sind.

Ein weiblicher Zeugungsstoff ist das Erste und Wichtigste bei der Zeugung. Es läfst sich kein allgemeiner Character desselben angeben, als seine Gestaltung zu einem Ei. Die Organe, worin er erzeugt wird, die Eierstöcke, sind entweder hohle, oder parenchymatöse Eingeweide. In der Flüssigkeit einer Zelle, Blase oder Röhre entstehen in der Regel die Eier der kaltblütigen Wirbelthiere und der wirbellosen Thiere. Aus einem Parenchyma, welches aus einem mit Blutgefäfsen, Saugadern und Nerven durchwebten und von einer Haut umschlossenen Schleimstoff besteht, wachsen die Eier der warmblütigen

Thiere wie Exantheme aus der Haut hervor. Das Pflanzenei bildet sich gleich mit dem Entstehen der Blume in einer, auf einer Schichte von Zellgewebe (dem Saamenboden, Receptaculum seminum) liegenden Gallerte, die bei manchen Pflanzen, z. B. bei Calla palustris, klar wie Crystall ist. Dieses Ovarium liegt bei allen phanerogamischen Pflanzen immer in einem Saamenbehältnifs (Pericarpium).

Das im Eierstock gebildete Ei verläfst entweder mit dem Austritt aus diesem Organ den mütterlichen Körper, oder gelangt vor der Geburt noch erst in andere mütterliche Theile. Das Erste geschieht bei den Pflanzen und Zoophyten. Bei den mehresten der, über den Zoophyten stehenden Thiere wird dasselbe nach jenem Austritt von einem Eiergange und dann häufig auch noch von einem Fruchtbehälter (Uterus) aufgenommen.

Der Eiergang ist blofser Ausführungsgang des Eierstocks der wirbellosen Thiere und mehrerer Grätenfische. Bei manchen der letztern fallen die Eier aus dem Eierstock in die sich nach aussen öffnende Bauchhöhle. Bei den übrigen Wirbelthieren ist der Eiergang ein für sich bestehendes Organ, das zu den Eierstöcken ein eigenes Verhältnifs hat. Seine innere Mündung nimmt selbstthätig die aus diesen tretenden Eier auf, wie der Rüssel der saugenden Thiere die Nahrungsmittel. Da, wo er ein solches Verhältnifs zu den Eierstöcken hat, wird zugleich dem Ei entweder von ihm oder von dem Uterus eine nährende Materie zum Behuf der Entwickelung des

1*

Embryo mitgetheilt. Das Ei der übrigen Thiere wird zwar auch häufig beim Ausgange aus dem Uterus von einer eigenen Substanz umhüllt. Diese hat aber durchgängig nur äussere Zwecke, und wird in besondern Secretionsorganen bereitet.

Der Uterus ist bei den meisten Thieren ein muskulöser, bei der geringern Zahl ein häutiger Behälter. Er hat nur Eine Höhlung bei den Vögeln und den auf dem Bauch kriechenden Mollusken, die nur Einen Eierstock und Eiergang haben; auch nur Eine bei dem Menschen und den Affen, obgleich diese zwei Ovarien und zwei Fallopische Röhren besitzen. Hingegen besteht er bei den übrigen Thieren aus zwei hohlen Organen, deren Höhlungen entweder bis zu ihrem äussern Ausgange ganz von einander getrennt sind, oder vor diesem in einer gemeinschaftlichen Cavität zusammenkommen. Jenes ist der Fall bei mehrern Nagethieren, den Amphibien und vielen der mit zwei Eierstöcken versehenen niedern Thiere; dieses bei den meisten vierfüfsigen Säugthieren und mehrern Insecten. Bei den Säugthieren und manchen Amphibien setzen sich die beiden Abtheilungen des Uterus nicht unmittelbar in die Eiergänge fort; hingegen bei den niedern Thieren findet in der Regel ein solcher unmittelbarer Uebergang statt.

Der Gang, worin sich der Uterus nach aussen öffnet, ist im Allgemeinen zugleich das Organ, das den äussern männlichen Geschlechtstheil bei der Begattung aufnimmt. Dieser Satz hat keine Ausnahmen bei den höhern Thieren, wohl aber bei den niedern.

Es öffnet sich z. B. bei Phasma Ferula (Mantis Fabr.) und mehrern andern Insecten der gemeinschaftliche Eiergang in eine Scheide, die das männliche Glied aufnimmt, und in eine andere, wodurch die Eier ausgeleert werden. *)

Bei den Pflanzen hält man die Narbe (Stigma) für das Organ, das den befruchtenden Stoff empfängt und durch welches derselbe zu den Eiern gelangt. Ob diese Meinung allgemein gültig ist, werden wir unten sehen. Auf jeden Fall hat die Narbe nichts mit der Ausleerung der Eier gemein. Sie hat gewöhnlich auf ihrer Oberfläche kleine runde, cylindrische oder conische Fortsätze, sondert zu der Zeit, wo die Befruchtung vor sich geht, einen Saft aus, und steht mit dem Eierstock immer durch Zellgewebe, aber nie durch einen Canal in Verbindung. Man findet zwar bei manchen Gewächsen, z. B. bei Lilium, Hemerocallis, Canna, den Orchideen und Campanula, einen Gang in der Axe des Griffels. Dieser reicht aber nicht bis in den Saamenbehälter und rührt vielleicht davon her, dafs bei diesen Pflanzen mehrere Griffel an den Seiten zu einem einzigen mit einander verwachsen sind. Das Zellgewebe der Narbe setzt sich durch den Griffel bis in den Eierstock fort. Man sieht dies deutlich an manchen einsaamigen Blumen, z. B. an denen der Scabiosa atropurpurea, wo das untere Ende des Griffels der Saamenträger ist, indem dieses unmittelbar in die Schnur des Eies übergeht.

*) J. Müller in den Verhandl. der Kaiserl. Acad. der Naturforscher. B. IV. S. 385.

Bei Helianthus und andern Pflanzen mit Blumen, deren Eier auf dem Grund der Saamencapsel sitzen, ohne von einer Saamensäule getragen zu werden, setzt sich die Substanz des Griffels auf der inwendigen Fläche der Capsel, bedeckt von einem lockern, markigen Fortsatz des Zellgewebes des Blumenbodens, bis zum untern Ende der Capsel fort, wo sie theils in den Blumenstengel, theils in die Schnur des Eies dringt. In der Axe des Griffels liegen immer auch Gefäſse. Diese reichen aber nicht bis zur äussern Fläche des Stigma und entspringen aus Gefäſsbündeln, welche in der Axe des Blumenstengels heraufkommen und theils durch den Saamenboden, theils durch die Wände des Saamenbehälters in den Griffel gelangen.

Es ist nicht wahrscheinlich, daſs bei allen organischen Wesen jeder weibliche Zeugungsstoff eines männlichen zur Erzeugung bedarf. Wo aber hierzu Befruchtung nothwendig ist, da ist ein Character der befruchtenden Materie, daſs sie organische Bläschen enthält, die gewöhnlich zu mehrern rundlichen, von einer Haut umgebenen Massen mit einander verbunden sind. Bei den phanerogamischen Pflanzen bilden diese Massen, ohne in einer Flüssigkeit enthalten zu seyn, den S a a m e n s t a u b (Pollen). Bei den Thieren schwimmen sie in einer Flüssigkeit und äussern unter gewissen Umständen Bewegungen, welche denen der Infusorien ähnlich sind. Man hat sie deswegen für Aufguſsthiere gehalten und S a a m e n t h i e r e genannt. Es kann nun zwar wirkliche Aufguſsthiere im männlichen Zeugungssaft wie in allen übrigen thierischen

Flüssigkeiten geben. Ich fand unter andern im frisch gelassenen Blut eines Aals eine microscopische Art von Filarien. Allein die wirklichen Infusorien kommen in jedem thierischen Saft nur zufällig, hingegen die sogenannten Saamenthiere im männlichen Saamen aller Thiere beständig zur Brunstzeit vor. Sie sind nach meinen Beobachtungen den Kügelchen des vegetabilischen Pollens analoge Körper, die sich auf der inwendigen Fläche der Saamengefäſse bilden, bei den mehresten Thieren die Fasern einer Lage von höchst zarten Fibern, womit jene Fläche bedeckt ist, zu Stielen haben, sich oft mit den Stielen, oft auch ohne dieselben zur Zeit ihrer Reife von dieser Lage absondern, den eigentlichen befruchtenden Stoff zu enthalten scheinen, und thierische Pollenkügelchen genannt zu werden verdienen.

Ich erhielt diese Resultate, als ich den männlichen Saamen von Thieren aus allen Classen zur Zeit der Paarung in dessen verschiedenen Behältern untersuchte, und dabei von den niedern Classen zu den höhern fortging. Am einleuchtendsten sind sie an den organischen Theilen des Saamens der Schnecken, die eine ausgezeichnete Gröſse haben. Wenn man diesen Saft von Limax ater oder Helix nemoralis, genommen aus den Zellen des Eingeweides, worin er abgesondert wird, mit Stückchen der Zellen unter 300 bis 500 mal im Durchmesser vergröſsernden Gläsern betrachtet, so sieht man darin sehr lange, dünne, sich nach der Vermischung mit Wasser schlangenförmig krümmende Fäden, und runde Körper, die gleich den Pollen-

kügelchen der Pflanzen aus sehr kleinen, von einer durchsichtigen äussern Haut umgebenen, dunkeln Bläschen bestehen, und bis 0,02 Millimeter im Durchmesser haben. Die Fäden liegen ursprünglich parallel neben einander auf der inwendigen Fläche der Bälge, wie Haarschöpfe. Ihre Enden ragen in der Flüssigkeit hervor und bilden einen Ring, welcher einen runden Körper einschliefst. Sie sondern sich nach und nach von den Zellen und die runden Körper von ihnen ab. Die Enden, welche diese Körper verlohren haben, biegen sich um, wickeln sich spiralförmig um ihren Stamm und gehen mit der Flüssigkeit, worin sie schwimmen, in den Ausführungsgang des gedachten Eingeweides über.

Aehnliche Fäden und runde Körper fand ich beim Regenwurm in den Säcken, die neben den Eierstöcken liegen; beim Blutegel (Hirudo medicinalis) in den beiden, aus kleinen, gewundenen, blinden Schläuchen bestehenden Eingeweiden, die an den Seiten des Behälters der Ruthe ihre Stelle haben, und die man für Nebenhoden oder für Saamenbläschen gehalten hat, die aber in der That die eigentlichen Hoden sind; bei Melolontha vulgaris, Cantharis livida und Papilio brassicae in den Hoden. Nur waren bei einigen dieser Thiere die Fäden entweder dünner oder kürzer, bei andern die runden Körper kleiner und von nicht so regelmäfsiger Gestalt wie bei den Schnecken. Beim Regenwurm liegen die Fäden ebenfalls, wie bei den letztern, schichtenweise auf der inwendigen Fläche der Saamenbehälter. Bei den er-

wähnten Insecten habe ich sie nicht darauf entdecken können. Im Saamen der Locusta viridissima fand ich blos runde Körper ohne Fäden. Diese Körper sind auch im Saamen aller Wirbelthiere enthalten, und bei den meisten derselben haben sie ebenfalls Stiele, die für die Schwänze der vermeinten Saamenthiere galten. Aeussere Organe und Eingeweide lassen sich selbst unter den stärksten Vergröfserungsgläsern an ihnen nicht wahrnehmen.

Bei allen Wirbelthieren gerathen diese Körper in Bewegung, wenn man den frischen, schleimigen Saamen mit Wasser verdünnt. Sie bewegen sich aber nur im reifen Saamen, und bei denen Thieren, die zu gewissen Zeiten brünstig werden, nur in diesen Perioden. Im Saft der männlichen Zeugungsgefäfse sehr junger, sehr alter und hybrider Thiere sind sie gar nicht vorhanden. Ihre fortschreitenden Bewegungen rühren nicht ganz von ihnen selber, sondern zum Theil auch von der Flüssigkeit her, worin sie sich befinden. In dieser sieht man oft, wenn der Saamen so eben erst ausgeleert ist, sowohl bei den kaltblütigen als bei den warmblütigen Wirbelthieren Ströhmungen und Wirbel, wodurch die Körper mit fortgerissen werden. Diese dauern indefs nur eine kurze Zeit, und nachher scheinen sich die Körper selbstthätig zu bewegen. Im Saamen der wirbellosen Thiere sind die Bewegungen weit schwächer, oder auch gar nicht bemerkbar. Ich habe sie sehr deutlich im frischen Saamen von Männchen der Cantharis livida, die ich während der Begattung getödtet und gleich

darauf geöffnet hatte, hingegen nicht bei Melolontha vulgaris, Papilio brassicae, Gryllus viridissimus, Schnecken und Würmern beobachtet. Die Stiele der Körper des Schneckensaamens krümmen und winden sich zwar oft sehr lebhaft, doch, wie es scheint, bloſs vermöge ihrer Elasticität.

Wie der männlichen Zeugungsmaterie selber, so sind auch den Absonderungswerkzeugen und Behältern derselben Charactere eigen, wodurch diese sich von den übrigen organischen Theilen unterscheiden. Bei den phanerogamischen Pflanzen bestehen sie in Säcken, deren Haut mit steifen Fasern durchwebt ist, von welchen letztern bei einigen Arten, z. B. bei Clarkia pulchella, Fortsätze zu den Pollenkügelchen gehen und für dieselben ähnliche Stiele bilden, wie die runden Körper des Saamens der mehresten Thiere haben. In Verbindung mit diesen Behältern bildet das Pollen die Antheren. Die Säcke öffnen sich zur Zeit der Befruchtung durch eine Spalte, woraus die angeschwollenen Pollenkügelchen hervordringen. Diese Bildung kömmt ganz allgemein und ohne wesentliche Abänderungen bei den phanerogamischen Pflanzen vor. Nur die Gestalt und Befestigung der Träger der Antheren ist bei diesen Gewächsen vielfach abgeändert.

Im Thierreiche sind die Absonderungswerkzeuge des männlichen Saamens der Regel nach sehr lange und sehr geschlängelte Gefäſse, die, wenn sie in mehrfacher Zahl vorhanden sind, sich zu einem gemeinschaftlichen, oft ebenfalls sehr langen Ausführungsgange vereinigen. In dieser Gestalt finden sie

sich bei den Säugthieren, Vögeln und Amphibien, den mehresten geflügelten Insecten und einigen Würmern, z. B. dem gemeinen Egel (Hirudo vulgaris L.). Bei dem Menschen besteht das Innere der Hoden aus Haufen sehr langer und sehr enger schlangenförmiger Gefäſse, welche zwischen Scheidewänden der von der innern Hodenhaut gebildeten Höhlung liegen. Diese Gefäſse fliessen unter dem obern Ende des Hodens zu einem Netz zusammen, woraus zwölf bis fünfzehn etwas weitere Röhren entspringen, die sich in der Epididymis zum gemeinschaftlichen Ausführungsgang des Saamens (Ductus deferens) vereinigen. Auf ähnliche, doch einfachere Art verhält es sich mit dem innern Bau der Hoden bei den Vögeln und Amphibien, *) und merkwürdig ist es, daſs jene Zusammensetzung der Saamengänge aus sehr langen und sehr gebogenen, dabei aber sehr engen Gefäſsen bei vielen Insecten, besonders bei den Käfern, wiederkehrt. **) Mehrere Fische haben nur kurze, aber sehr zahlreiche Saamenröhren, die sich in einen gemeinschaftlichen Ausführungsgang ihres Inhalts entleeren. ***) Einige Thiere dieser Classe aber machen von der obigen Regel eine Ausnahme, indem, nach Rathke, †) ihr Saamen in Bläschen erzeugt wird, woraus sich derselbe in die Bauchhöhle ergieſst, die ihn durch eine am After liegende äussere Oeffnung hervordrückt.

---

*) Bei Emys serrata. Zeitschr. für Physiol. B. 2. S. 283.

**) Beispiele finden sich in Léon Dufour's Recherches anat. sur les Carabiques etc. im 4ten Bande der Annales des sc. natur.

***) Zeitschrift für Physiologie. B. 2. S. 10.

†) Beiträge zur Geschichte der Thierwelt. Abth. 2.

Aus häutigen Säcken bestehen auch die Saamenbehälter der Regenwürmer. Bei dem Blutegel und Pferdeegel sind sie Zellen, die sich in einander öffnen und im Aeussern darmförmige Schläuche vorstellen. Zwei sehr lange und sehr geschlängelte Saamenröhren, die sich wie bei den höhern Thieren in eine Cloake öffnen, und doch auch dabei über dem innern Ende dieser Gefäfse zwei Eingeweide, die aus ähnlichen Bläschen zusammengesetzt sind, wie die Hoden mancher Grätenfische enthalten, sind den Haien eigen.*) Nach J. Müller's Meinung haben diese Eingeweide keine Verbindung mit den Saamenröhren.**) Obgleich ich aber selber keinen solchen Zusammenhang entdecken konnte, so kann ich die Abwesenheit desselben doch nicht für ausgemacht halten.

Behälter des secernirten Saamens von ähnlicher Art, wie die Gallenblase für die Galle und die Harnblase für den Harn, sind die Saamenbläschen. Diese finden sich nicht in allen Thierclassen, sondern nur in denen der Säugthiere, Amphibien und Insecten. Dafs sie selber Saamen absondern, läfst sich nicht annehmen, wohl aber, dafs bei manchen Thieren in ihnen eine andere Flüssigkeit secernirt wird, die dem Saamen den nöthigen Grad von Flüssigkeit zu ertheilen scheint. Sie sind vorzüglich ausgebildet bei den Nagethieren, dem Igel und Maulwurf. Ich habe sie besonders beim Igel untersucht, welcher zu beiden Seiten der Harnröhre drei verschiedene Arten der-

*) Zeitschrift für Physiologie. B. 2. S. 3.

**) Ebendas. B. 4. S. 106.

selben hat: obere, mittlere und untere. Jede Art besteht aus mehrern solchen Lappen. Von den einzelnen Lappen der obern Saamenbläschen hat jeder seine eigene Oeffnung; hingegen haben die Lappen jedes mittlern und untern Bläschens eine gemeinschaftliche Mündung. Die obern Bläschen öffnen sich mit den Ausführungsgängen der Hoden zunächst dem Blasenhalse, die mittlern in einiger und die untern in noch weiterer Entfernung davon in die Harnröhre. Die Lappen der obern Bläschen breiten sich von ihrem innern Ende an in Aeste aus, die sich weiter in mehrere Zweige theilen und zuletzt in drei bis sechs dünne, dicht neben einander liegende und der Länge nach mit einander verbundene Gefäfse endigen. Diese Verzweigungen sind vielfach gewunden und gekrümmt, in kurzen Zwischenräumen verengert und erweitert, in der Mitte ihres Verlaufs weiter als an den beiden Enden, durch Zellgewebe an einander geheftet und sehr gefäfsreich. Die Lappen der untern Bläschen unterscheiden sich von denen der obern sehr, indem sie kurz, grade oder doch nur wenig gekrümmt sind, ihre Weite nicht verändern, parallel neben einander liegen und aus einer dickern, mehr elastischen Haut als die obern bestehen. Die mittlern Bläschen halten, wie in Rücksicht auf ihre Insertion, so auch in Betreff ihrer Bildung, zwischen den obern und untern die Mitte. Sie sind gekrümmter und weniger einfach als die letztern, aber nicht so ästig und knotig wie die erstern. In dem Saft der obern und mittlern Bläschen fand ich die nehmlichen Saamenthiere wie

im Saamen der Hoden. Die Flüssigkeit der untern Bläschen hingegen enthält keine solche Gebilde. *) Die obern und mittlern nehmen also den Saamen auf, der fortwährend aus den Ausführungsgängen der Hoden hervordringt, und bewahren ihn auf, um ihn, vermischt mit einer, in ihnen selber und den untern Bläschen abgesonderten Flüssigkeit, bei der Begattung wieder von sich zu geben.

Beim Menschen und mehrern Thieren, die einfachere und keine Flüssigkeit secernirende Saamenbläschen haben, giebt es am äussern Ende der Saamengänge eine Drüse, die Prostata, welche einen, bei der Ausleerung des Saamens sich mit demselben vermischenden Saft absondert. Verschieden von diesem Organ sind noch die bei mehrern Säugthieren vorkommenden, am meisten bei den Beutelthieren ausgebildeten Cowperschen Drüsen, worin sich ein weifslicher, in die Harnröhre fliessender Saft erzeugt, der wohl mit dienen kann, die Befruchtung zu vermitteln, aber unmittelbar zur Befruchtung nichts beiträgt.

Bei den Wirbelthieren und Insecten wird der Saamen durch den äussern männlichen Geschlechtstheil, wodurch die Paarung geschieht, ausgeleert. Von den übrigen wirbellosen Thieren gilt dies nicht

*) Prévost und Dumas fanden in allen diesen Bläschen keine Saamenthierchen (Annales des sc. natur. A. 1824. p. 170), vielleicht weil sie ihre Untersuchungen in einer andern Jahreszeit als ich anstellten. Die meinigen machte ich im August. Es ist also unrichtig, wenn sie sagen: Die Saamenbläschen des Igels dienten nicht als Behälter zur Aufbewahrung des in den Hoden bereiteten Safts.

allgemein, z. B. nicht, wie wir unten sehen werden, von den Blutegeln. Einige Crustaceen und Insecten machen von dieser Regel gewissermaafsen auch dadurch eine Ausnahme, dafs sie sich auf eine doppelte Art begatten: erst vermittelst eines Gliedes, das mit den Hoden in keiner Verbindung steht und blofs zur Aufregung dienen kann, und dann durch Einbringen des Theils, an welchem sich die Ausführungsgänge des Saamens nach aussen öffnen, in die weibliche Scheide. Ein bei der Paarung hervortretendes männliches Glied ist jedoch selbst bei den Wirbelthieren nicht allgemein vorhanden. Es fehlt dasselbe mehrern Vögeln, manchen Amphibien und den sämmtlichen Grätenfischen. Auch ist dieser Theil nicht immer zur Auslassung des Saamens inwendig durchbohrt. Bei denen Vögeln und Amphibien, die ihn besitzen, hat er auswendig eine Rinne mit wulstigen Rändern, welche letztere sich bei der Paarung schliessen und jene zu einem vollständigen Canal machen. *)

Nach diesen Vordersätzen läfst sich über die verschiedenen Formen der Zeugung etwas Näheres bestimmen.

Bei dieser genügt entweder jedes Individuum sich selber; oder es bedarf zu derselben der Vereinigung zweier Individuen. Die erste Art gründet sich immer entweder auf blofs weiblicher Natur, oder auf Hermaphroditismus. Dieser kann jedoch auch bei der zweiten statt finden. Die Befruchtung geschieht

*) Zeitschrift für Physiol. B. 2. S. 285.

bei beiderlei Formen der Zeugung entweder durch ein unmittelbares Wirken der männlichen Organe auf die weiblichen, oder durch Uebertragung des männlichen Zeugungsstoffes auf den weiblichen vermittelst äusserer Kräfte.

Jede dieser Zeugungsarten ist in beiden organischen Reichen vorhanden. Der gröfste Theil des Pflanzenreichs besteht aus Hermaphroditen. Bei denen, welche getrennten Geschlechts sind, kann die Uebertragung des Pollens auf die weiblichen Theile nur durch den Wind oder durch Insecten geschehen. Diese Mittel bewirken ohne Zweifel auch oft die Befruchtung hermaphroditischer Gewächse. Dafs indefs, wie Conrad Sprengel *) lehrte, manche Zwitterblumen nie durch sich selber, sondern immer durch gewisse, zu diesem Zwecke auf ihnen lebende Insecten befruchtet werden, und im Baue zwar Hermaphroditen, in der Function ihrer Zeugungstheile aber dichogamisch sind, ist eine unbewiesene Meinung. Viele der Schwierigkeiten, welche jener Schriftsteller nicht anders als durch diese Voraussetzung heben zu können glaubte, und manche andere, die bei der Lehre von der Begattung der Pflanzen statt zu finden scheinen, fallen weg, wenn man von der Annahme abgeht, dafs das Pollen nothwendig auf die Narbe fallen mufs, damit Befruchtung eintrete. Zu dieser ist allerdings wohl Vereinigung des Pollens mit dem Saft nothwendig, den die Narbe absondert, und bei vielen

*) Das entdeckte Geheimnifs der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen. — Biol. B. 3. S. 348 fg.

Pflanzen mit hängenden Blumen kann die Vermischung nicht anders als auf der Narbe geschehen. Alle aufrecht stehende Blumen aber sind so gebauet, daſs der Saamenstaub in den Grund derselben fallen kann, wo sich immer Wasser befindet, welches theils von Thau und Regen dahin gelanget, theils von den Nectarien oder andern Theilen der Blume darin abgesondert wird, und zu welchem durch eben diese Flüssigkeit auch der Saft der Narbe herabgespühlt werden kann.

Man betrachte den Blumenbau der Schwerdtlilie (Iris Pseudacorus). Bei dieser Pflanze und den übrigen Irisarten endigt sich der Griffel in drei zurückgeschlagene Blätter, welche die Farbe und Gestalt der Corolle haben. Der Aussenseite dieser Blätter liegen die Antheren an, aber nicht mit der Seite, aus welcher der Blumenstaub hervordringt, sondern der entgegengesetzten. Das Pollen kann daher nicht zur inwendigen Fläche der Griffelblätter kommen, sondern nur an der inwendigen Fläche der Blumenblätter in den Grund der Blume herabgleiten. Dies sahe Sprengel*) ein. Er lieſs daher die Schwerdtlilie durch die Hummeln befruchtet werden. Allein bei dieser seiner Annahme, wie bei den mehrsten seiner Vermuthungen über die Befruchtung der Pflanzen mit Hülfe der Insecten, fehlt der Beweis, daſs die Foecundation nicht auch ohne Insecten eintritt. Weder am Griffel selber noch an den Blättern desselben ist bei der

*) A. a. O. S. 73.

Iris irgend eine Einrichtung, wodurch das Pollen an diesen Theilen festgehalten würde. Der röhrenförmige Grund der Blume ist aber zur Zeit der Reife des Saamenstaubs ganz voll von einer schleimigen Flüssigkeit, welche diesen Staub aufnehmen kann. Sobald der letztere aus seinen Fächern gefallen ist, winden sich die Griffel- und Blumenblätter spiralförmig um einander, verschliessen die Höhlung des Grundes der Blume und verhindern das Ausfliessen des darin befindlichen Safts.

Auch bei den Asclepiadeen ist der Bau der Blume so beschaffen, dafs das Pollen nicht zu dem, mit einer fleischigen Kappe bedeckten Gipfel des Stigma, sondern nur zu dem Grund der Blume gelangen kann. Die Träger des Pollens sind hier Schuppen, von welche jede zwei Fächer hat, wórin die Pollenmassen enthalten sind. Jedem der Fächer entspricht ein, jenen Pflanzen eigenes, von der Narbe herabhängendes, holziges Organ mit zwei Armen, welche sich mit den obern Enden der Pollenmassen fest verbinden und diese zur Zeit der Reife derselben aus den Fächern hervorziehen. Die Massen reichen dann bis auf den Grund der Blume, der mit einer, sich aus den hohlen Nectarien ergiessenden, wäfsrigen Flüssigkeit angefüllt ist.

Bei den Apocyneen scheint mir ebenfalls die Befruchtung nicht anders als auf die obige Art geschehen zu können. Bei Nerium Oleander geht jeder der Staubfäden nach oben in ein schmales, keulenförmiges, behaartes Ende über, und hat zu beiden

Seiten zwei nach unten gerichtete, dünne, walzenförmige Fortsätze. Zwischen diesen, auf der inwendigen Seite des Staubfadens, liegen die beiden beutelförmigen Antheren, und zwischen den beiden untern Enden der letztern giebt es erst eine Vertiefung, dann eine kleine Hervorragung, und noch etwas weiter nach unten eine mit kleinen Haaren besetzte, längslaufende Linie. Die Vertiefung, die Hervorragung und die Linie bedecken sich, sobald die Blume sich öffnet, mit einem sehr klebrigen, zerflossenem Zucker ähnlichen Saft, vermittelst welchem sich die Hervorragung mit dem obern Ende des Griffels sehr fest verbindet. Hierdurch werden die Antheren mit diesem Ende in Berührung gebracht, welches ebenfalls einen klebrigen Saft absondert. Die Pollenkügelchen gerathen in diesen Saft. Es ist gar nicht wahrscheinlich, dafs der befruchtende Inhalt derselben durch eine solche dicke, zähe Materie seine Wirksamkeit äussere, sondern glaublicher, dafs diese von einer dünnen Flüssigkeit aufgelöst wird, mit welcher der Saamenstaub zum Blumenboden herabfliefst, wo er von aufwärts gerichteten Haaren, die sich darauf befinden, eingesogen werden kann.

Wie weit im Pflanzenreiche Geschlechtsverschiedenheit und Befruchtung anzunehmen ist, läfst sich bisjetzt nicht bestimmen. Die Blüthen der Laubmoose haben einen Griffel mit einer Narbe und Pollenmassen gleich den phanerogamischen Gewächsen. Es ist daher zu vermuthen, dafs bei ihnen Befruchtung wie bei den letztern statt findet. Auf der andern Seite ist

zwar schwer einzusehen, wie bei manchen von denen Gattungen derselben, die getrennten Geschlechts sind, der männliche Saamen auf die weiblichen Theile wirken kann, da dieser nicht als Staub aus den Antheren hervorzudringen und nicht vom Winde weggeführt zu werden scheint. Allein die Analogie der Blumentheile der Laubmoose mit denen der höhern Pflanzen ist doch so grofs, dafs man nicht befugt ist, ihnen Fortpflanzung ohne Befruchtung unter allen Umständen, blos wegen der Schwierigkeiten in der Erklärung ihrer Befruchtung, zuzuschreiben. Bei den Charen, Rhizocarpen und Lebermoosen findet man ausser den Saamenkörnern und der lebendigen Brut noch andere Theile, die weder Saamenkörner noch Knospen seyn können, und die doch auch, wenn man sie für männliche Zeugungstheile annimmt, Vieles an sich haben, was dieser Annahme widerspricht. Es ist ungewifs, ob mit diesen Gewächsen die Classe derer anfängt, die sich ohne Befruchtung fortpflanzen, und eben so zweifelhaft, ob und welche thierische Wesen zeugen ohne befruchtet zu werden. Manche Unwahrscheinlichkeit bei der Voraussetzung, dafs bei den cryptogamischen Pflanzen und den Zoophyten keine Foecundation vorgeht, rührt vielleicht nur von mangelhafter oder unrichtig gedeuteter Erfahrung her. Wenn man daraus auf Abwesenheit aller Befruchtung bei ihnen schliessen zu können glaubt, weil Eier derselben, auf welche die problematischen männlichen Theile nicht gewirkt haben konnten, doch keimten, so läfst sich einräumen, dafs im Allgemeinen zum Keimen jener Eier keine

Befruchtung nöthig ist. Es folgt aber daraus nicht, dafs es der Befruchtung nicht bedarf, um denselben eine Dauer des Entwickelungsvermögens zu ertheilen, die sie unbefruchtet nicht besitzen. Der männliche Zeugungstoff jener Wesen kann ein Pollen seyn, das sich an gewissen Stellen der Oberfläche des Körpers erzeugt, ohne von besondern Organen getragen zu werden oder darin eingeschlossen zu seyn. Ein solches wird sich aber für das, was es wirklich ist, schwer erkennen lassen. Dieses Pollen kann selber das Vermögen zu keimen besitzen, und vielleicht besteht die Befruchtung nur darin, dafs in einem solchen Keim das Vermögen sich zu entwickeln durch Verbindung desselben mit einer andern organischen Materie dauernder gemacht wird, als es sonst ist. Hierüber wird die Entscheidung aus Erfahrungsgründen immer sehr schwierig bleiben.

Ein Umstand spricht allerdings gegen die Voraussetzung, dafs die cryptogamischen Gewächse sich auf ähnliche Art wie die Phanerogamen durch Befruchtung fortpflanzen. Bei den letztern sind immer die Eier vor der Befruchtung gebildet; hingegen selbst bei den Laubmosen, die doch im Bau der Genitalien so viel Aehnliches mit den Phanerogamen haben, ist noch lange nach der Zeit, wo die Befruchtung vor sich gehen müfste, wenn sie mit der der letztern überein käme, keine Spur von Eiern vorhanden. Oeffnet man z. B. bei Bryum pulvinatum die Capsel im Herbste zu der Zeit, wo dieselbe noch von grüner Farbe ist, so findet man darin einen walzenförmigen grünen Körper,

der nichts als ein bloſses Wasser mit sehr kleinen, selbst unter einer stärkern Vergröſserung noch kaum zu unterscheidenden Bläschen enthält. Wenn bei dieser Abweichung der Cryptogamen von den höhern Pflanzen jene doch befruchtet werden, so muſs wenigstens die Wirkung des männlichen Saamens auf den weiblichen Zeugungsstoff bei ihnen von anderer Art als bei den Phanerogamen seyn. Möglich ist es, daſs diese, wie bei vielen Thieren, erst eintritt, nachdem die Eier ausgeworfen sind. Ich habe am Polytrichum commune eine Beobachtung gemacht, welche dieser Annahme nicht ungünstig ist. Im April und Mai 1831 fand ich auf Rasenplätzen meines Gartens, worauf dieses Moos häufig wächst, blos fruchttragende Individuen desselben, aber keine mit männlichen Blüthen. Die Capseln dieser Exemplare enthielten meist schon reife Saamenkörner. Im Anfange des Juny hatten alle ihre Capseln verlohren. Nun zeigten sich eine Menge dieser Pflanzen mit männlichen Blüthen, die gegen das Ende des Juny ihren Inhalt ausleerten. Von den weiblichen Individuen waren jetzt keine blühend.

Im Thierreiche ist Trennung des Geschlechts und Befruchtung vermittelst Paarung ein Character der höhern Bildung. Unter allen Wirbelthieren, Insecten, ihrem innern Baue nach näher bekannten Crustaceen und den Sepien sind keine Hermaphroditen als bei monströser Bildung. Von denen, die dies wirklich sind, hat man keine Beweise, daſs sie fähig sind, zu befruchten oder befruchtet zu werden. Sie kommen selten bei den Wirbelthieren, am seltensten beim Menschen vor.

Häufiger fand man sie bei einigen Insecten, besonders den Schmetterlingen. *)

Unter den Mollusken, Anneliden und Würmern giebt es nur wenig Gattungen mit getrennten Geschlechtern. Wenn man die Sepien und einige Gasteropoden ausnimmt, so sind alle übrige Mollusken entweder Hermaphroditen oder blos weiblicher Natur. Unter den Ringwürmern ist blos der Blutegel und der Regenwurm in anatomischer Hinsicht genau bekannt, und von diesen besitzt jedes Individuum beiderlei Zeugungstheile. Die Familie der Würmer enthält unter den Entozoen einige Gattungen mit Männchen und Weibchen. Die Zahl derselben ist aber nur klein gegen die der übrigen.

In den höhern Ordnungen der Wirbelthiere findet bei der Trennung des Geschlechts immer auch Paarung durch Vereinigung der Zeugungstheile beider Geschlechter, und Befruchtung des weiblichen Zeugungsstoffs innerhalb dem Körper des Weibchens statt. Diese geschieht bei allen Säugthieren und Vögeln, bei den

*) Ein von Klug untersuchter Hermaphrodit der Papilio Cinxia hatte auf der rechten Seite die Fühlhörner, die Flügel, die ganz ausgebildete Zange der äussern Geschlechtstheile und die Saamengefäſse des Männchens. Die Fühlhörner und Flügel der linken Seite waren die des Weibchens. Die Zange fehlte hier und die linke Hälfte des Bauchs enthielt Eier. (Verhandl. der Gesellsch. naturf. Freunde in Berlin. B. 1. St. 1. S. 363.) Eine Zusammenstellung dieser Beobachtung mit mehrern andern Fällen von Zwitterbildungen findet sich in Rudolphi's „Beschreibung einer seltenen mensch-„lichen Zwitterbildung nebst vorangeschickten allgemeinen Bemer-„kungen über Zwitterthiere." (Abhandl. der physical. Classe der Acad. der Wissensch. zu Berlin. J. 1825. S. 45.)

Eidechsen, Schlangen und Landschildkröten, nicht aber bei den Fröschen, Wassersalamandern und Grätenfischen. Ueber die Begattung der Seeschildkröten und Landsalamander hat man noch keine genaue Beobachtungen. Bei jenen fand ich aber einen Bau der Zeugungstheile, der schwerlich eine andere Befruchtung der Eier als ausserhalb dem Körper des Weibchens zuläfst. *) Hingegen beim Landsalamander mufs wohl der männliche Saamen in die weibliche Scheide dringen, da das Weibchen sonst nicht ohne Gemeinschaft mit einem Männchen nach langer Zeit noch fruchtbare Eier legen könnte. **) Es fehlt zwar dem Landsalamander ein männliches Glied. Aber dieses ist auch nicht bei mehrern Vögeln vorhanden, bei denen doch innerliche Befruchtung statt findet. Nach der Structur der Zeugungstheile bei den Rochen und Haien ist es möglich, dafs dieselben ebenfalls sich in Betreff dieser Function wie die höhern Wirbelthiere verhalten. Wenn man nun die Seeschildkröten, Landsalamander, Rochen und Haien bei Seite setzt, so gelangt bei allen Wirbelthieren, deren Fetus eine Harnhaut (Membrana allantoides) hat, der männliche Saamen vor dem Eierlegen in die Zeugungstheile des Weibchens; hingegen werden bei allen, deren Fetus die Harnhaut fehlt, die schon gelegten Eier befruchtet. Nur eine scheinbare Ausnahme hiervon machen der Blennius viviparus und einige andere lebendig gebährende Fische. Die Eier dieser Thiere werden zwar

*) Zeitschr. für Physiol. B. 2. S. 282.

**) B. 1. S. 109 dieses Werks.

im weiblichen Körper befruchtet, doch erst nach ihrer Trennung vom Eierstock, in der Bauchhöhle des Weibchens, durch den männlichen Saamen, der mit dem Wasser, worin er ergossen ist, in diese Höhle durch die äussere Oeffnung derselben eindringt. Bei den Thieren der letztern Art, deren Früchte mit keiner Harnhaut versehen sind, findet keine wahre Paarung mehr statt. Es kann, wie ich an einem andern Orte *) gezeigt habe, nur Aufregung des Geruchsinns durch eine eigene Ausdünstung des Weibchens seyn, wodurch das Männchen der Fische angetrieben wird, sich beim Eierlegen des Weibchens in dessen Nähe zu halten und die gelegten Eier zu befruchten. Bei der Begattung der Frösche wird das Weibchen von dem Männchen umarmt. Der Trieb dazu geht aber bei diesem auch nicht zunächst von den Zeugungstheilen, sondern von der untern Fläche der Vorderfüſse aus, die gegen die Zeit der Begattung turgescirend werden und ein erhöhetes Gefühl erhalten, das durch Andrücken jener Fläche gegen den Bauch des Weibchens befriedigt wird.

Die Befruchtung der Insecten und Crustaceen geschieht nach Art der höhern Wirbelthiere durch wirkliche Vereinigung der Zeugungstheile beider Geschlechter. In der Regel liegt das männliche Glied bei ihnen, wie bei diesen Thieren, am hintern Ende des Rumpfs in der Nähe des Afters, ist sowohl aufregendes als befruchtendes Organ, und wird bei der

---

*) Zeitschr. für Physiol. B. 2. S. 13.

Paarung auf ähnliche Art wie die Ruthe der Säugthiere bewegt. Während der Begattung eines Paars der Cantharis livida sahe ich die Eichel des, in der Scheide des Weibchens steckenden Penis immerfort, doch nur langsam und gleichzeitig mit den Hebungen und Senkungen der Bauchringe beim Athemhohlen, hin und her gezogen werden. Diese Bewegung dauerte noch einige Zeit fort, nachdem ich sowohl dem Männchen als dem Weibchen den Kopf und den Thorax abgeschnitten hatte.

Eine Ausnahme von der ersten der eben aufgestellten Regeln machen einige Crustaceen und Insecten. Bei den Spinnen sind bekanntlich die aufregenden Organe der Männchen in den äussern Endgliedern der Fühlhörner enthalten, welche bei der Begattung in die weiblichen Zeugungsöffnungen eindringen. Nach meinen Untersuchungen ist aber die Vereinigung beider Geschlechter durch diese Theile nur erst das Vorspiel der eigentlichen Begattung. Die männlichen Zeugungsgefäfse gehen nicht zu den Fühlhörnern, sondern öffnen sich am vordern Ende des Leibes, der nehmlichen Stelle, wo auch die Eierstöcke der Weibchen ihre äussere Mündung haben, durch zwei kleine Papillen nach aussen. Die eigentliche Befruchtung kann nur durch Andrückung dieser Wärzchen gegen jene Mündungen geschehen. *) Zwar fand Lyonnet **) an den Keulen der Fühlhörner zweier

*) Ein Weiteres hierüber ist in meiner Schrift Ueber den innern Bau der Arachniden, H. 1, S. 33 fg. enthalten.

**) Mém. du Mus. d'Hist. nat. T. XVIII. p. 383. 389.

männlichen Spinnen einen sehr langen, dünnen, fadenförmigen, nach der Basis hin etwas erweiterten Theil, der, wenn er nicht hervorgezogen wurde, spiralförmig um den weichen Theil der Keule gewunden lag, und woran Lyonnet vorne eine Oeffnung und inwendig einen Canal gesehen zu haben glaubt. Allein Lyonnet hat keinen Zusammenhang dieses angeblichen Canals mit den Saamengefäſsen nachgewiesen, und jenes Organ ist nicht bei allen Spinnen vorhanden. Ich fand dasselbe nicht an einer Spinne, die mir de Geer's Aranea fusca zu seyn schien, und ich vermuthe, daſs es da, wo es vorkömmt, ein, an der Basis mit einem Muskel versehenes und an der Spitze mit dem äussern hornartigen Theil der Keule verbundenes Ligament ist, welches zur Bewirkung einer schraubenförmigen Umdrehung dieses Theils dient.

Was nach meinen Beobachtungen bei den Spinnen statt finden muſs, gilt aber nach Jurine*) auch von den einklappigen Branchipoden. Es ist zwischen der Begattung jener und dieser nur der Unterschied, daſs die Fühlhörner der letztern nicht in die weiblichen Zeugungstheile dringen, sondern den Körper des Weibchens umfassen. Der bei dem Vorspiel vorzüglich thätige Theil des Männchens ist ein sehr reizbarer Ring am Fühlhorne desselben. Die eigentliche Begattung dauert nur einen Augenblick, wird aber oft nach einander wiederhohlt.

---

*) Hist. des Monocles. p. 19.

Diese doppelte Art von Zeugungstheilen und Begattung ist selbst einer Familie der geflügelten Insecten eigen. Rathke's anatomische Untersuchungen der Paarungswerkzeuge der Libellen lehren, dafs die Weibchen dieser Thiere ebenfalls erst durch gewisse Organe des Männchens aufgereizt und dann durch ganz andere Theile befruchtet werden. Das Männchen hat am vordern Ende des Leibes, auf der untern Seite des zweiten Bauchrings, eine wirkliche Ruthe mit Nebenorganen zum Ergreifen und Festhalten der weiblichen Zeugungsöffnung, und mit einer Eichel, die bei Libellula aenea von zwei ähnlichen Fäden umwickelt ist, wie Lyonnet an der Eichel einiger Spinnen fand. Die weibliche Scheide öffnet sich auf die gewöhnliche Art unter dem After nach aussen. Das Männchen bringt jenes Glied in die Scheide, und hängt vermittelst desselben längere Zeit mit dem Weibchen zusammen. Bei dieser Copulation, die man sonst für die einzige Begattungsart der Libellen hielt, kann aber nicht die Befruchtung erfolgen, indem die Ausführungsgänge der Hoden mit der gedachten Ruthe in keiner Verbindung stehen, sondern am hintern Ende des Körpers unter dem After ihren Ausgang haben. Es mufs also dieser ersten Paarung eine zweite folgen, die wahrscheinlich, wie bei den Spinnen, nur augenblicklich und deswegen noch nicht beobachtet ist. *)

---

*) H. Rathke de libellarum partibus genitalibus. Vielleicht dienen auch, wie Rathke (p. 30) vermuthet, die beiden Glieder, die bei den Männchen der Krebse unter dem Schwanze liegen und mit den innern Zeugungstheilen keinen Zusammenhang haben, zu einer Paarung ohne Befruchtung, die der Befruchtung vorhergeht.

Bei den übrigen wirbellosen Thieren geschieht die Befruchtung oft äusserlich, wo wirkliche Trennung der Geschlechter ist, und es findet bei ihnen meist Hermaphroditismus mit Selbstbefruchtung statt, wo innere Befruchtung vorgeht.

Unter diesen Thieren ist Dichogamie bei den Sepien vorhanden, deren Zeugungstheile denen der Grätenfische ähnlich sind, und deren Eier nicht anders als wie die der letztern, nachdem sie schon gelegt sind, befruchtet werden können.

Die auf dem Bauch kriechenden Mollusken paaren sich zum Theil wirklich. Allein der innere Vorgang mufs dabei für diese Thiere von anderer Art als für die Wirbelthiere und Insecten seyn. Bei vielen von ihnen gehört derselbe zu den dunkelsten Gegenständen der Biologie.

Von manchen dieser Mollusken, welche getrennten Geschlechts sind, besitzen Männchen und Weibchen innere Zeugungstheile, die sich ganz ähnlich sind. Diese bestehen z. B. bei Cyclostoma elegans in einem absondernden Organ, das in der Leber liegt und das ich an einem andern Ort *) das traubenförmige genannt habe; einem Ausführungsgang desselben; einem Behälter, worin sich der letztere öffnet, und einem Canal, der von diesem Behälter beim Weibchen unmittelbar, beim Männchen durch eine weit hervorstehende Ruthe nach aussen führt. Das traubenförmige Organ ist beim Weibchen kleiner und saftleerer als

*) Ueber die Zeugungstheile und die Fortpflanzung der Mollusken. Zeitschrift für Physiol. B. 1. S. 1.

beim Männchen. Der Behälter ist beim erstern Uterus, beim letztern Saamenblase.

Eben diese Zeugungstheile findet man bei denen Gasteropoden, die Hermaphroditen sind, in Einem Individuum vereinigt, und zwar bei Limax, Arion, Helix, Planorbis und Lymnaeus nach meinen Untersuchungen auf folgende Art. Das traubenförmige Organ ist immer einfach und hat einen Ausführungsgang, der ebenfalls einfach ist. Die Oeffnung, wodurch die männliche Ruthe hervortritt, ist entweder von der äussern Oeffnung der weiblichen Zeugungstheile ganz gesondert; oder beide liegen in einem gemeinschaftlichen Sack. Jenes findet bei Planorbis und Lymnaeus, dieses bei Limax, Arion und Helix statt. Im erstern Fall theilt sich der, anfangs einfache Ausführungsgang des traubenförmigen Organs in zwei Gänge, wovon sich der eine zum Uterus, der andere zur Ruthe begiebt. Im letztern Fall dringt derselbe ungetheilt blos in das innere Ende des Uterus, in welchem Organ der Länge nach bis zum Anfang der Scheide ein halboffener Canal verläuft, der sich durch Zusammenziehung seiner Ränder in eine geschlossene Röhre verwandeln kann, und von dessen äusserm Ende ein anderer, geschlossener Canal zum innern Ende der Ruthe geht. Diese hat in beiden Fällen eine sowohl nach innen als nach aussen offene Höhlung. Neben dem Anfang des Uterus giebt es im erstern Fall ein einfaches, im letztern ein doppeltes drüsenartiges Organ ohne Ausführungsgang. Die erste Structur findet auch bei Aplysia, Bullaea und noch einigen andern Gasteropoden statt, bei denen

die Ruthe nicht in einem gemeinschaftlichen Sack mit der äussern Oeffnung liegt, doch mit der Abänderung, dafs die Ruthe keine innere Höhlung hat und dafs von dem äussern Ende des im Uterus verlaufenden halboffenen Canals nicht eine geschlossene Röhre zu ihr geht, sondern eine Rinne auf der äussern Fläche des Körpers, die sich ebenfalls wie jener Canal zu einer vollständigen Röhre schliessen kann und welche sich bei der Aplysia über die Ruthe bis zur Spitze derselben fortsetzt.

Im Ausführungsgang des traubenförmigen Organs fand ich bei allen Gasteropoden, die ich lebend untersuchte, einen weissen, milchigen Saft, der den Character des männlichen Saamens hat, indem er die oben (S. 7) beschriebenen organischen Theile dieser Flüssigkeit enthält. Jenes Organ ist also der Hoden. Ich habe lange geglaubt, dasselbe sey zugleich das Absonderungswerkzeug der Materie, woraus die Eier gebildet werden, weil ich nie in der mit dem innern Ende des Uterus verbundenen Drüse, dem einzigen Theile, welcher Eierstock seyn könnte, Eier angetroffen hatte. Neuerlich fand ich indefs bei einer Nacktschnecke, die ich gleich nach der Begattung öffnete, in diesem Eingeweide runde Bläschen, welche das Ansehen wirklicher Eier hatten. Dieses Organ, das ich früher die Mutterdrüse genannt habe, scheint also der Eierstock zu seyn. Die übrigen Drüsen an den Zeugungstheilen der Schnecken können nur zur Secretion entweder eines Safts, welcher dem der Prostata der Säugthiere zu vergleichen ist, oder der

Materie, womit die Eier überzogen werden, oder zu andern Nebenzwecken dienen. Das Letztere ist mit den blinden Gefäfsen der Fall, die sich bei den Arten der Gattung Helix in den Hals eines muskulösen Sacks öffnen. In diesem Behälter erzeugt sich ein steiniger Körper, der Liebespfeil, den jene Schnecken vor der Begattung hervordrücken und auf eine kleine Entfernung gegen einander werfen, um, wie man vermuthet, sich dadurch zur Paarung anzureizen, vielleicht aber auch nur, um sich einer abgesonderten Materie, die ihnen bei der Paarung hinderlich seyn würde, zu entledigen. Die blinden Gefäfse finden sich nicht bei andern Schneckengattungen, die keinen Sack mit einem solchen Pfeil besitzen. Sie secerniren daher ohne Zweifel die Materie, woraus derselbe gebildet wird.

Nach dem so eben beschriebenen Bau und Inhalt der Zeugungstheile der erwähnten Gasteropoden kann die Fortpflanzung derselben durch Selbstbefruchtung geschehen, und ihre Begattung blos den Zweck haben, die Ergiessung des Saamens auf die Eier des nehmlichen Individuum, welchem der Saamen angehört, und den Abgang der Eier zu bewirken. Dafs dies wirklich sich so verhält, machen Umstände, die ich nach der Paarung der Weinbergschnecke (Helix Pomatia) und der schwartzen Nacktschnecke (Limax ater L. Arion empiricorum Feruss) bemerkt habe, wahrscheinlich. Diese Function geschieht bei allen jenen Mollusken durch wechselseitiges Einbringen der angeschwollenen Ruthe in die hervorgetretene Scheide.

Sie ist oft bei mehrern Helixarten, bei Planorbis und Lymnaeus, aber meines Wissens noch nicht bei Limax und Arion beobachtet.*) Ich sahe von mehrern Weinbergschnecken, die im Monat Märtz aus dem Winterschlaf erwacht waren, Ein Paar sich an einem warmen Tage im April und nachher wieder am folgenden Morgen begatten. Beide Thiere lagen mit an einander klebenden Bauchscheiben, umgestreiften Zeugungstheilen und ausgestreckten Fühlfäden so, daſs ihre Köpfe mit der rechten Seite gegen einander gekehrt waren. Sie wandten diese eine Zeitlang hin und her. Ihre Ruthe ragte ungefähr zwei Linien hervor. Der Eingang zur Scheide stand weit offen. Nach diesem Vorspiel drückten sie die Köpfe so an einander, daſs ihre Ruthen grade gegen die weiblichen Zeugungsöffnungen gerichtet wurden. Hierauf erfolgte das Eindringen der Ruthen in die Scheiden. Während der Vereinigung, die ungefähr acht Minuten dauerte, befanden sich die Thiere in einer Erstarrung. Ich konnte keine weitere Bewegungen als ein leises Hin- und Herziehen der Fühlfäden und ein Zittern einzelner Stellen des Fuſses und Kopfs an ihnen bemerken.

*) Der Vorgang, den O. F. Müller (Hist. verm. Vol. II. p. XIV) und Warlich (Isis. 1819. H. 7. S. 115) als die Paarung der Nacktschnecken beschrieben haben, war nicht die wirkliche Begattung, sondern nur das Vor- oder Nachspiel der Paarung. Das Wesentliche desselben bestand blos darin, daſs die männlichen Glieder zweier Nacktschnecken schraubenförmig in einander verschlungen waren. Schon aus dem Bau der Zeugungstheile dieser Thiere läſst sich aber schliessen, daſs bei ihrer Begattung, wie bei der Paarung der Weinbergschnecke, die Ruthe des einen in die Scheide des andern eindringen muſs.

Die Trennung ging langsam vor sich. Nach derselben blieben die Zeugungstheile noch einige Minuten angeschwollen, und die männlichen Glieder als schraubenförmig gewundene, ungefähr vier Linien lange Cylinder am Kopfe herabhängend. Nachdem die Zeugungstheile sich wieder zurückgezogen hatten, lagen die Schnecken noch eine längere Zeit in einem Zustand von Ermattung an einander klebend. Gleich nach ihrer Trennung untersuchte ich ihre innern Zeugungstheile. Ich fand aber weder in der Scheide noch im Uterus eine Spur von männlichem Saamen. Der Uterus war sehr ausgedehnt, enthielt aber nichts als einen durchsichtigen farbenlosen Schleim ohne alle organische Theile, und auch diesen nur in geringer Menge. Nur der Ausführungsgang des Hodens strotzte von Saamen und war voll von den oben (S. 7) beschriebenen Körpern. In den Säften der übrigen Zeugungstheile befanden sich blos sehr kleine, bewegungslose Kügelchen. Die zu den Behältern des Liebespfeils gehörigen Gefäfse führten an einigen Stellen eine weisse Materie, waren aber an den meisten farbenlos.

Die Paarung zweier schwartzer Nacktschnecken beobachtete ich an einem Abend im Anfange des Monats August. Beide lagen in einem Gehölz, am Fufs eines Baums, gekrümmt, mit den Köpfen dicht an einander. Bei beiden stand der Sack, worin sich die Ruthe und die Scheide öffnen, wie eine grofse, aufgetriebene Blase weit hervor, und beider Ruthen schienen in die Scheiden tief eingedrungen zu seyn.

Ein Weiteres konnte ich wegen der eintretenden Dämmerung nicht erkennen. Ich trug die vereinigten Thiere in einer Schachtel nach Hause. Sie hatten sich aber unterweges nach einer halben Stunde getrennt, und ihre Zeugungstheile waren jetzt schon wieder ganz eingezogen. Am folgenden Tage öffnete ich die eine dieser beiden Schnecken. Ich fand im Saft des Ausführungsgangs des Hodens eine Menge der, dieser Flüssigkeit eigenen runden Körper und Fäden, welche letztere sich zum Theil nach der Vermischung mit Wasser lebhaft krümmten. Hingegen war weder im Uterus noch in der Ruthe eine Spur dieses Safts enthalten. Die Mutterdrüse aber zeigte sich als ganz aus ziemlich grofsen Kugeln bestehend, die aus kleinern Bläschen zusammengesetzt waren und das Ansehn von Eiern hatten.

Man sahe manche Gasteropoden, die sich sonst paaren, ohne Begattung fruchtbare Eier oder lebendige Junge gebähren. Die Paludina vivipara erzeugt, ganz abgesondert von allen andern Individuen ihrer Art, immerfort lebendige Brut. *) Es ist also gewifs, dafs Selbstbefruchtung jenen Thieren im Allgemeinen zur Fortpflanzung genügt. Indefs auf der andern Seite ist es doch unerklärbar, warum bei denen Schnecken, die Hermaphroditen sind, von dem Ausführungsgang des traubenförmigen Organs ein Canal zur Ruthe geht, wenn man nicht annimmt, dafs unter gewissen Um-

*) B. 1. S. 121 dieses Werks.

ständen auch wechselseitige Befruchtung bei ihnen eintritt, wodurch vielleicht der Brut gewisse Eigenschaften ertheilt werden, welche derselben bei der Erzeugung durch Selbstbefruchtung fehlen. Diese Voraussetzung schliefst sich an den, im 1ten Bande unsers Werks (S. 125) aus Erfahrungen über die verschiedene Art der Fortpflanzung der Blattläuse und der Daphnia longispina ohne Begattung und nach vorhergegangener Paarung gezogenen Schlufs, und erhält durch dieses Zusammentreffen Bestätigung.

Dafs für die Fortpflanzung der auf dem Bauch kriechenden Mollusken überhaupt Befruchtung durch fremden Saamen nicht so wichtig wie für die der höhern Thiere ist, folgt endlich auch daraus, weil es bei Halyotis, Patella und Chiton blos weibliche Individuen giebt, deren Zeugungstheile mit den weiblichen des Cyclostoma und der Paludina übereinkommen. Diese Gattungen machen in Betreff der Zeugung den Uebergang zu den Muschelthieren, welche insgesammt blos weiblichen Geschlechts sind. Alle Individuen der letztern besitzen nur einerlei Zeugungstheil: ein aus Röhren bestehendes Eingeweide, das mit der Leber die Höhlung des Fufses ausfüllt und sich auf beiden Seiten desselben am vordern Rande der Kiemen nach aussen öffnet. Die Röhren enthalten Eier und einen weifslichen Saft. Es ist möglich, aber auch blos möglich, dafs diese Flüssigkeit männlicher Saamen ist. Prévost fand darin bei Unio pictorum Infusorien, *) nachdem

*) Annales des sc. natur. T. 5.

schon Baster gesehen hatte, dafs Individuen eines Mytilus im April einen weissen Saft von sich gaben, worin sich bewegende Kügelchen schwammen. Jener Schriftsteller behauptet: Die Individuen, welche den Saft enthalten, seyen männlichen Geschlechts, und die übrigen legen keine fruchtbare Eier, wenn sie sich nicht in der Nähe der letztern befinden. Diese Sätze bedürfen sehr der Bestätigung. Sind jene Thiere wirklich getrennten Geschlechts, so kann die Befruchtung bei ihnen nicht anders als äusserlich, durch das Wasser, und aus der Ferne geschehen.

Unter den Anneliden habe ich den medicinischen Blutegel und den Pferdeegel (Hirudo Gulo Braun.) als Thierarten erkannt, die sich selber befruchten, obgleich sie sich paaren, deren Zeugung aber doch von ganz anderer Art als die der Zwitterthiere unter den Mollusken ist. Die Paarung geschieht bei ihnen, um die Selbstbefruchtung zu veranlassen, dann aber auch, um die befruchteten Eier wechselseitig auszutauschen. Es giebt bei ihnen auf dem Vordertheil der Bauchscheibe eine Oeffnung, woraus die Ruthe hervordringt, und etwas weiter nach hinten eine andere, die zum Uterus führt. Der letztere ist ein länglichrunder, muskulöser Behälter, in dessen Grund sich eine gebogene Röhre öffnet, die an ihrem entgegengesetzten Ende die Ausführungsgänge zweier kleiner Blasen aufnimmt. Die Ruthe ist eine Röhre, in deren inneres Ende die Ausführungsgänge zweier hodenähnlicher Theile dringen. Mit jedem dieser Hoden verbindet

sich ein langes Gefäfs, das zur Seite des Nahrungscanals von hinten heraufkömmt und sich zwischen jeder Abtheilung des Magens mit dem Ausführungsgang eines neben ihr liegenden runden Säckchens vereinigt. Diese, mit der Ruthe verbundenen Theile haben gar keinen Zusammenhang mit dem Uterus und dessen Anhängen. Die hodenähnlichen Theile fand ich im Anfange des Frühlings, zur Paarungszeit der Egel, mit einem milchigen Saft angefüllt, der voll von länglichrunden, aus sehr kleinen Bläschen bestehenden Körpern war. Die runden Säcke enthielten zu dieser Zeit gröfsere runde Körper, die unter dem Vergrösserungsglase ganz das Ansehn von Eiern hatten. Im Uterus mehrerer Blutegel traf ich im Monat Märtz eine länglichrunde, an dem einen Ende zugespitzte Eiercapsel an. Die Gefäfse, die sich in den Uterus öffnen, waren dann fast saftleer.

Bekanntlich paaren sich die Blutegel und Pferdeegel durch wechselseitiges Einbringen der Ruthe des einen Individuum in die weibliche Oeffnung des andern, und die Jungen entwickeln sich in Capseln, die von einer eigenen, zu einem festen Schaum erhärtenden Masse umgeben sind. Die Zeugung dieser Thiere kann also nicht anders als auf folgende Weise vor sich gehen. Die Eier gelangen aus den runden Säckchen in die Seitengefäfse und aus diesen durch die Hoden und deren Ausführungsgänge in den Canal der Ruthe. Beim Durchgang durch die Hoden werden sie befruchtet. Die Ruthe ist nicht ein Befruchtungswerk-

zeug, sondern eine Legerröhre, wodurch die Eier des einen Individuum in den Uterus des andern bei der Paarung abgesetzt werden. Hier werden sie von einer Capsel umgeben, und bei ihrem Austritt aus dem Uterus erhält die Capsel den schaumähnlichen Ueberzug. Entweder die Materie der Capsel, oder dieser Ueberzug, oder auch beide werden von den Gefäfsen, die sich in den Uterus öffnen, abgesondert. Es kann aber auch seyn, dafs die Secretionsorgane des Ueberzugs die kleinen, darmförmig gebogenen Röhren sind, die an beiden Seitenlinien des Bauchs liegen und sich an diesen nach aussen öffnen.

Nicht so bestimmt wie über die Befruchtungsweise des medicinischen Blutegels und Pferdeegels kann ich über die des Erdregenwurms entscheiden, obgleich ich die Structur der Zeugungstheile des letztern ebenfalls genau erkannt zu haben glaube. Dieser hat zwei, neben einander am 16ten Ring liegende äussere Ausgänge der Zeugungstheile. Ein äusseres Zeugungsglied giebt es bei ihm nicht. Was einige Naturforscher für eine Ruthe angesehen haben, kann schwerlich sonst etwas gewesen seyn, als entweder einer der Borstenfüfse des Bauchs, wovon zuweilen, wenn die Regenwürmer aus der Erde hervorgezogen werden, einzelne, abgerissen von ihren Muskeln, in der Haut stecken bleiben, oder ein abgerissener Hautlappen. Zu den beiden Ausgängen führen zwei Gefäfse, und in diese öffnen sich zwischen dem 7ten und 10ten Ring drei Paar Eierstöcke, welche

länglichrunde, aus kleinen, locker an einander hängenden Bläschen bestehende Eingeweide sind. Mit dem innern Ende jedes Eierstocks des mittlern und hintern Paars ist ein kurzer, aber ziemlich weiter Schlauch verbunden, der unter einer sehr zarten, im zusammengezogenen Zustand der Länge nach gefaltenen Haut einen Saft führt, welcher in Weingeist zum Theil zu einer grauen, glänzenden, flockenartigen Materie gerinnt. Zu beiden Seiten der Eierstöcke und dieser Schläuche, unmittelbar über den längslaufenden Seitenmuskeln des Bauchs, neben den Wurzeln der innern Borstenfüfse des 7ten und der drei folgenden Ringe, liegt in jedem dieser Ringe eine häutige Zelle, die zur Paarungszeit von einem weifslichen, organische Kügelchen enthaltenden Saft ausgedehnt ist. Diese Zellen gehen in einander über. Das hinterste Paar ist das gröfste, und durch dasselbe dringen die beiden Gefäfse, worin sich die Eierstöcke und deren vier Nebensäcke ausleeren. Auf der äussern Seite der Schläuche liegen vier blasenförmige Säcke. Diese öffnen sich durch einen kurzen Ausführungsgang nach aussen und enthalten zur Paarungszeit einen milchigen Saft, der, mit Wasser vermischt, unter dem Vergröfserungsglase als ganz aus haarförmigen, sich durch einander wälzenden Fäden und Kügelchen bestehend erscheint.

Bei Bestimmung der Befruchtungsweise des Regenwurms kömmt es darauf an, ob der Saft dieser Säcke, oder die Flüssigkeit der Zellen, oder der Inhalt der zuerst erwähnten Schläuche der befruchtende Stoff ist.

Wenn der erste dies ist, so ist schwerlich eine andere Voraussetzung möglich, als dafs der Saamen, der sich bei der Paarung nach aussen ergiefst, von den Ausleerungsgefäfsen der Eier durch die beiden äussern Zeugungsöffnungen eingesogen und nach den Eierstöcken geführt wird. Dann kann die Befruchtung wechselseitig seyn. Wenn hingegen die Zellen oder Schläuche den eigentlichen männlichen Saamen führen, so mufs Selbstbefruchtung statt finden. Für die erste Voraussetzung spricht die starke innerliche Bewegung in dem Saft der Säcke, und die Aehnlichkeit der organischen Theile dieses Safts mit denen des männlichen Saamens anderer Thiere.

Ich habe mich umständlich über die Bildung der Zeugungstheile und über die Befruchtung des medicinischen Egels, Pferdeegels und Regenwurms erklärt, weil sowohl die eine als die andere bisher unrichtig dargestellt ist und es wichtig war, die bei jenen Egeln statt findende, bisher noch nicht beobachtete Form der Zeugung, als wirklich vorhanden, darzuthun. Bei einigen andern Würmern geschieht zwar auch die Befruchtung innerlich, wie bei den erwähnten Egeln, doch ohne Selbstbefruchtung zu seyn. Der gemeine Egel, so nahe er sonst dem medicinischen und dem Pferdeegel steht, kömmt im Bau seiner Zeugungstheile mit diesen nicht überein. Er ist ebenfalls Hermaphrodit und hat auch zwei Zeugungsöffnungen. Aber die eine führt zu einer doppelten Ruthe, worin sich blos zwei sehr lange Saamengefäfse öffnen; die andere zu zwei

langen Eierstöcken, die mit den beiden Ruthen und Saamengefäſsen in keiner Verbindung stehen. Bei diesem Wurm findet also wechselseitige innerliche Befruchtung statt. Mehrere Eingeweidewürmer sind dagegen wieder getrennten Geschlechts, und paaren sich vermittelst Einbringens des Gliedes des Männchens in die Scheide des Weibchens. Diese Form der Zeugung ist den Spuhlwürmern und andern Gattungen der Nematoideen eigen. Sie kann aber schwerlich bei den Acontocephalen, Trematoden und Cestoideen, und bestimmt nicht bei den Blasenwürmern, also nur bei der kleinern Zahl der Entozoen, vorkommen. Die Distomen sind Hermaphroditen. Ihre Zeugungstheile würden mit denen der Schnecken übereinkommen, wenn die Ausführungsgänge der Hoden mit den Eierstöcken oder dem Uterus in Verbindung ständen, und wenn es neben dem männlichen Gliede noch eine Scheide gäbe, worin sich der Uterus öffnete. Dies ist aber nach Laurer's *) Untersuchungen des Amphistoma conicum nicht der Fall. Es ist auch noch zweifelhaft, ob ein Zusammenhängen dieser Würmer, das in einigen Fällen beobachtet wurde, nicht vielmehr etwas Zufälliges als Paarung war. Allem Anschein nach kann nur Selbstbefruchtung bei ihnen statt finden. Das Weibchen des Echinorynchus giganteus giebt die Eier durch den Rüssel von sich. **) Die Befruchtung muſs also bei diesem Eingeweidewurm auf andere Art vor sich gehen als bei denen Thieren, bei welchen das äussere

*) De Amphistomo conico dissert. inaug. Gryphiae. 1830. p. 17.

**) Rudolphi Entozoorum Hist. nat. Vol. I. p. 292.

Ende des Ausführungsgangs der Eier das Glied des Männchens bei der Begattung aufnimmt. Das Nehmliche gilt von Taenia Solium und Taenia cucumerina, wenn anders Mehlis richtig gesehen hat, dafs bei diesen Bandwürmern die weibliche, den äussern männlichen Zeugungstheil aufnehmende Oeffnung nur zur Befruchtung, nicht aber zur Ausführung der reifen Eier dient. *)

*) Isis 1831. H. 1. S. 70.

Empfängnifs.

Der Vorgang, wodurch vermöge des Einwirkens der männlichen Geschlechtstheile auf die weiblichen ein neues Leben entsteht, ist die Empfängnifs. Es giebt in diesem Sinn keine Empfängnifs bei denen Wesen, auf deren Eier erst, nachdem sie gelegt sind, der männliche Saamen unmittelbar einwirkt. Es frägt sich aber: Ob auch da, wo die Befruchtung im Leibe der Mutter geschieht, dieser Stoff einen unmittelbaren Einflufs auf die Eier hat?

Bei den mehresten organischen Wesen bilden sich, nach dem Eintritt der Periode des höchsten Lebens, in den weiblichen Theilen Eier ohne Zuthun eines Männchens. Die entstandenen Eier vergehen aber wieder, ohne einen Embryo zu erzeugen und ohne ausgeleert zu werden, obgleich sie oft bis zu ihrer gewöhnlichen Gröfse fortwachsen, bei den phanerogamischen Gewächsen und denen Wirbelthieren, deren Paarung durch wirkliche Vereinigung der männlichen Theile mit den weiblichen geschieht. Hingegen bei den übrigen Thieren mit getrennten Geschlechtern, die Befruchtung mag bei ihnen ausserhalb oder innerhalb dem Körper des Weibchens vor sich gehen, entwickeln sich die Eier bis zu dem Punct, wo sie der Befruchtung bedürfen, und werden auf dieser Stufe ausgeleert, wenn auch das Weibchen keine Gemeinschaft mit einem Männchen hat. Diese Verschiedenheit läfst eine andere Einwirkung des männlichen Saamens bei den letztern Thieren als bei den

erwähnten Gattungen der Wirbelthiere und den Pflanzen vermuthen. Es entspricht in der That derselben eine verschiedene Structur der weiblichen Zeugungstheile. Alle dichogamische wirbellose Thiere, die sich wirklich begatten, haben eine Mutterscheide, die sich unmittelbar in die Eierstöcke fortsetzt; hingegen bei allen Wirbelthieren, deren Weibchen innerlich befruchtet werden, stehen die Fallopischen Röhren nicht in unmittelbarer Verbindung mit den Ovarien. Bei den Säugthieren ist zugleich der Uterus ein von der Mutterscheide getrenntes Organ. Die Absonderung der Muttertrompeten von den Eierstöcken findet zwar auch bei den Fröschen statt, deren Eier erst nach dem Legen befruchtet werden. Aber diese Amphibien stehen auf einer Uebergangstufe, worauf sie in einigen Stücken noch an der Bildung der höhern Wirbelthiere Theil nehmen.

Diese höhern Wirbelthiere sind die, deren Fetus eine Harnhaut hat. Von ihnen läfst sich aussagen, dafs ihre Eier befruchtet werden, während dieselben noch mit dem Eierstock organisch verbunden sind. Hingegen bei den übrigen Thieren wirkt der männliche Zeugungsstoff auf die Eier, nachdem diese Verbindung schon aufgehört hat. Zum Behuf der letztern Befruchtungsart giebt es ein eigenes Organ an den weiblichen Zeugungstheilen der Schmetterlinge und einiger anderer Insecten. In die Mutterscheide derselben öffnet sich ein Sack, der bei der Paarung den männlichen Saamen aufnimmt und woraus sich dieser auf die Eier bei deren Durchgang durch die

Mutterscheide ergiefst. Schon Malpighi machte hierüber merkwürdige Erfahrungen, die durch J. Hunter's Versuche bestätigt und vermehrt wurden. Jener fand, dafs nur diejenigen Eier des Seidenschmetterlings, die der Oeffnung des Sacks vorbeigegangen waren, sich entwickelten; dafs aber eine Zeit von wenigstens einer halben Stunde erforderlich war, um den Sack mit der, zur Befruchtung nothwendigen Menge Saamens zu füllen, und dafs selbst nach der Begattung eines Männchens mit einem sterbenden Weibchen diesem noch reife Eier abgingen.*) Hunter bestrich unter andern einen Theil der unbefruchteten Eier eines Weibchens, das nach dem Auskriechen aus der Puppe eingeschlossen gehalten war, mit der Flüssigkeit des obigen Sacks eines andern Weibchens, welches nach der Paarung vor dem Legen geöffnet war. Die bestrichenen Eier entwickelten sich, nicht aber die unbestrichenen. Derselbe Erfolg trat ein, wenn bei diesem Versuch die Eier, statt mit der Flüssigkeit des Sacks, mit dem Saft aus den Saamengängen eines Männchens befeuchtet wurden.**)

Gegen diese Erfahrungen läfst sich zwar einwenden: es sey nicht bewiesen, dafs die Flüssigkeit des Sacks wirklich der männliche Saamen ist, und ein, dem Hunter'schen ähnlicher Versuch, den Meinecke machte,***) habe einen negativen Erfolg gehabt. Allein der Sack ist immer vor der Paarung leer, nach der-

*) Malpighii Opp. posthuma. Venet. 1698. p. 57.

**) Philos. Transact. Y. 1792. p. 128.

***) Der Naturforscher. St. 4. S. 114.

selben angefüllt,*) und er kann seiner Textur nach kein Absonderungswerkzeug seyn. Ich fand auch bei einem, am Tage nach der Paarung geöffneten Maikäferweibchen die sich in die Scheide öffnende Blase, die Straus in seiner Anatomie dieses Käfers (p. 300) die gröfsere Scheidenblase nennet, strotzend voll von einem weifslichen Saft, welcher sowohl in der Farbe als in der Form der in ihm enthaltenen organischen Körper ganz mit dem Saamen des Männchens übereinkam. Meinecke's Beobachtung hat als Grund gegen die Gültigkeit der Erfahrungen Hunter's keinen Werth. Er öffnete ein Weibchen der Sphinx ocellata, das gleich nach der Paarung Eier gelegt hatte, und bestrich von denen Eiern, die im Ovarium zurückgeblieben waren, die dem Anschein nach am meisten entwickelten mit der Flüssigkeit des Sacks. Der Erfolg war, dafs aus allen den gelegten Eiern, hingegen aus keinem der künstlich befruchteten, Raupen entstanden. Die letztern hatten aber vielleicht noch nicht die völlige Reife, oder es konnte auch von der Flüssigkeit des Sacks der wirksame Theil schon auf die Befruchtung der gelegten Eier verwandt seyn. Bei andern, von Burdach**) gegen die Resultate der Versuche Malpighi's und Hunter's gemachten Einwendungen sind mit dem Saamenbehälter der weiblichen Schmetterlinge Theile der weiblichen Genitalien anderer Insecten für gleichartig angenommen, die nichts

*) Herold's Entwickelungsgeschichte der Schmetterlinge. Erklärung der Kupfert. S. VIII.

**) Die Physiologie als Erfahrungswissenschaft. B. 1. S. 472.

damit gemein haben. Es giebt unter andern kein solches Organ bei den Bienen. Ob aber, wie Audouin*) gesehen haben will, die Ruthe des Männchens bei der Paarung in den Sack eindringt, ist freilich wohl sehr zweifelhaft.

Ein ähnliches Organ besitzt keines der übrigen Wirbelthiere. Man hat eine Zeitlang den Fabricischen Beutel der Vögel dafür angesehen. Dieser mufs allerdings bei der Begattung den Saamen aufnehmen, da ein Eindringen des männlichen Gliedes in den Eiergang bei den Vögeln überhaupt und besonders bei denen, deren Saamengänge sich blos durch Papillen in die Cloake öffnen, nicht möglich ist. Aber sein Bau ist nichts weniger als dazu geeignet, den Saamen auf längere Zeit einzuschliessen. Der Eiergang mufs den letztern gleich, nachdem derselbe sich in den Beutel ergossen hat, durch Saugen einziehen; sonst wird er beim Abgang der Excremente wieder ausfliessen. Nun aber legen die Vögel Monate lang reife Eier nach einer einmaligen Befruchtung, die zu einer Zeit geschieht, wo noch alle Eier im Ovarium befindlich sind. Solange kann sich nicht der Saamen im Eiergang erhalten. Die Eier müssen also schon, während sie noch mit dem Ovarium verbunden sind, befruchtet werden. Es wäre selbst möglich, dafs die Befruchtung der höhern Wirbelthiere nicht einmal durch unmittelbaren Zutritt des Saamens zu den Eierstöcken geschähe. Um hierüber urtheilen zu können,

---

*) Annales des sc. natur. T. 2.

ist es nöthig, erst die übrigen Ereignisse bei der Empfängnifs dieser Thiere in Betrachtung zu ziehen.

Das Erste, was dabei in den weiblichen Zeugungstheilen vorgeht, sind wellenförmige Bewegungen in der Scheide, dem Uterus und den Fallopischen Röhren, die von aussen nach innen fortschreiten. Solche sind bei lebendig geöffneten Vögeln, *) Schaafen**) und Kaninchen***) beobachtet. Dafs sie bei der Begattung immer von der äussern Zeugungsöffnung nach den Eierstöcken gerichtet sind, läfst sich freilich nicht wahrnehmen. Es beweisen dies aber die Fälle, wo man Steine, Nadeln und andere fremde Körper in Hühnereiern fand. †) Bei den Säugthieren mufs sich während jener Bewegungen zugleich der Muttermund öffnen. Ohne Voraussetzung dieses Oeffnens und einer nachher wieder eintretenden Verschliessung ist nicht die Thatsache erklärbar, semen in coitu infecundo continuo de vulva feminae defluere, in fecundo retineri, ut eo signo mulieres se concepisse intelligant et de bestiis ex eadem nota recipiatur, coitum utilem fuisse. ††)

Während dieser Bewegungen oder bald nach derselben öffnen sich die innern, bei dem Menschen und mehrern andern Säugthieren gefranzten Enden der Muttertrompeten und umfassen die Eierstöcke. Hierüber sind der Beobachtungen so viele, dafs darüber

---

*) Purkinje Symbolae ad ovi avium histor. ante incubationem. p. 10.

**) Kuhlemann Observat. circa negotium generat. p. 8.

***) Blundell, Medico-chirurg. Transact. Vol. 10. p. 246.

†) B. 1. S. 52 dieses Werks.

††) Haller Elem. Physiol. Tom. VIII. p. 21.

kein Zweifel seyn kann. Bei den Vögeln und mehrern Säugthieren, wo jene Enden von den Ovarien entfernt liegen, müssen sie sich zu diesen hinbewegen. Die Näherung wird bei manchen Gattungen, z. B. bei den Cavien, mit durch Muskelfasern des Mesometriums bewirkt, *) geschieht jedoch bei andern ohne eine solche Hülfe. Einen kürzern Weg haben die Fimbrien zu den Eierstöcken, wo sie mit diesen in einer gemeinschaftlichen Scheidenhaut liegen, wie beim Marder und einigen andern fleischfressenden Säugthieren der Fall ist. **)

Auf die eingegangene Verbindung des innern Endes der Muttertrompeten mit den Eierstöcken folgt ein Austreten eines oder mehrerer der, auf den letztern hervorragenden Bläschen. Bei den Vögeln, wo diese in einer Capsel mit zwei Klappen, dem sogenannten Kelch liegen, geschieht die Ausleerung durch eine Zusammenziehung des Kelchs, wodurch das Ei hervorgetrieben wird und die Klappen geöffnet werden. Bei den Säugthieren kann dieselbe nur auf ähnliche Art, wie die Ausleerung des Eiters eines Abscesses, durch Zerreissung der äussern Haut des Eierstocks vor sich gehen. Die bei dem Austreten entstehende Oeffnung verwächst, wird mit Schleimgewebe ausgefüllt und bildet den gelben Körper, der also nichts weiter als eine Narbe des Eierstocks ist. Das Ausgeleerte gelangt in die Muttertrompeten und wird

*) Zeitschrift für Physiologie. B. 1. S. 183.

**) Zeitschrift für Physiologie. B. 1. S. 180. E. H. Weber in Meckel's Archiv für Anat. und Physiol. 1826. S. 106.

durch eine, der vorigen entgegengesetzte Bewegung derselben in die Höhle des Uterus gebracht, dessen Mund sich bei den Säugthieren fest zusammenzieht.

Bei der Umfassung der Eierstöcke von den innern Enden der Muttertrompeten erweitert sich der innere Raum dieser Enden, und damit tritt eine saugende Wirkung derselben auf den Inhalt der Ovarien ein, wodurch der Austritt der Graafschen Eier aus den letztern befördert und diese von ihnen, wie die Nahrungsmittel von dem Schlunde, verschluckt werden. Durch eine solche Wirkung gelangen auch die Eier der Schildkröten, Frösche und Salamander, deren Eierstöcke von den Enden der Muttertrompeten nicht umfafst werden, in diese Röhren. Sie fallen aus den Ovarien in die Bauchhöhle, und werden daraus von den Tuben eingesogen. Das Bauchfell bildet zwar für sie einigermaafsen einen Trichter, dessen enges Ende nach den Eierstocksmündungen der Fallopischen Röhren gerichtet ist, und ihre Bewegung nach diesen Mündungen wird vielleicht durch ein tiefes Athmen befördert, indem die Haut des Trichters mit den Lungen zusammenhängt. Aber der Trichter ist weder den Eierstöcken noch den innern Enden der Muttertrompeten so genau angepafst, dafs nicht viele Eier in der Bauchhöhle zurückbleiben würden, wo man doch nie deren findet, wenn nicht die Bewegung derselben noch durch eine andere Einwirkung genauer bestimmt würde.

Die Umfassung der Eierstöcke von den Franzen der Muttertrompeten und die Ausleerung der Bläschen

geschieht aber nicht immer schon zur Zeit der Paarung, sondern oft erst einige Zeit nach derselben. Prévost und Dumas fanden bei einer Hündin die Eierbläschen selbst am 8ten Tage nach der Begattung zwar sehr angeschwollen, aber noch nicht gesprungen. *) Gäbe es nur diese einzelne Beobachtung, so liesse sich voraussetzen, es würde auch, wenn das Thier lebend geblieben wäre, kein Bläschen sich geöffnet haben. Allein es sind der Fälle so viele, wo nach einer, vor mehrern Stunden und Tagen erfolgten Begattung, die man für erfolglos zu halten keinen Grund hatte, die Franzen den Eierstöcken wohl nahe, aber noch nicht damit in Berührung waren, und von den Eierbläschen sich noch keines entleert hatte, **) dafs jene Voraussetzung nicht für alle diese Erfahrungen gültig seyn kann.

Alle diese Vorgänge können sich auch ohne wirkliche Befruchtung in Folge blofser Reizung der weiblichen Zeugungstheile ereignen. ***) Es kann auch bei den Vögeln blos hiernach der Inhalt eines der Kelche des Eierstocks in der Gestalt eines Eies austreten, in den Eiergängen mit Eiweifs und einer Schaale bedeckt und als Windei excernirt werden. Es ist aber zu bezweifeln, dafs dies je bei den Säug-

*) Annales des sc. natur. Tom. 3.

**) Biol. B. 3. S. 389. 390. Burdach's Physiol. als Erfahrungswissenschaft. B. 1. S. 500.

***) Otto (Seltene Beobachtungen zur Anat. Physiol. u. Pathol. H. 1. S. 132) fand mehrere gelbe Körper bei einem 20jährigen Mädchen, das Anfälle von Nymphomanie gehabt hatte, aber nie schwanger gewesen war.

thieren geschehe. Für diese scheint immer Befruchtung nothwendig zu seyn, damit sich ein Ei bilde, dessen Entstehung schon im Eierstocke vor sich gehen mufs. Ohne Befruchtung kann der Inhalt der Graafschen Bläschen nur als Flüssigkeit, nicht als eine geformte Materie hervordringen. Geschähe das Gegentheil, so müfste bei den Säugthieren, und besonders auch beim Menschen, das Abgehen von Eiern ähnlichen Blasen nach dem blofsen Orgasmus häufiger beobachtet werden, als wirklich geschieht. Es giebt zwar Fälle von Ausleerung solcher Eier bei Menschen.*) Diese sind aber selten und die angeblichen Eier können blos Hydatiden gewesen seyn, die sich eben so oft in andern Höhlungen als in denen der weiblichen Zeugungstheile aus Ursachen bilden, welche nichts mit der Zeugung gemein haben. Wie wäre es auch möglich, dafs bei der gleichzeitigen Ausleerung mehrerer Bläschen aus Einem Eierstock die Flüssigkeit derselben nicht in der Muttertrompete zu Einem Ei zusammenflösse? Dies geschieht aber nicht, sondern aus der Materie jedes einzelnen Bläschens entsteht eine besondere Frucht. Die Befruchtung mufs also im Eierstocke vor sich gehen, und bei der Eierstockschwangerschaft entwickeln sich die Eier nicht etwa deswegen in den Ovarien, weil sie in diesen als an einem unrechten Orte befruchtet sind, sondern weil sie aus irgend einer Ursache darin zurückgehalten werden.

Die Befruchtung wird verhindert durch jede Unter-

---

*) B. 1. S. 115 dieses Werks.

brechung des freien Durchgangs von der Scheide durch den Uterus und die Muttertrompeten. Ist vor der Schwängerung das Mutterhorn oder die Muttertrompete der einen Seite verschlossen, so entwickeln sich aus dem Eierstock dieser Seite keine Früchte. Dies lehren Haigthon's *) und Blundell's **) Versuche an Kaninchen. Andere Thatsachen scheinen zwar das Gegentheil zu beweisen. In vielen der Fälle, wo sich Früchte entwickelten, ohne in den Uterus gelangt zu seyn, war bei der Leichenöffnung die Muttertrompete des Eierstocks, aus welchem sie herrührten, verschlossen.***) Seiler †) fand bei einer 68jährigen Frau, die nie gebohren hatte, in der rechten Darmgegend zwischen den Därmen ein Lithopädion, und dabei sowohl die Oeffnung des Muttermunds als die Gebährmutteröffnung der linken Muttertrompete völlig verschlossen. Auch bei manchen Entbindungen kam eine Verschliessung des Hymens oder des Muttermundes vor. ††) Bei allen diesen Beobachtungen ist aber nichts, womit sich beweisen läfst, dafs die Ver-

---

*) Philos. Transact. Y. 1797. p. 159.

**) A. a. O.

***) Fälle dieser Art sind unter andern von Littre (Mém. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1701. p. 150 der Octavausgabe), dem ältern Duvernoy (Ebendas. A. 1702. p. 399), Weinknecht (De conceptione extrauterina. Halae. 1791. p. 20), Carus (Abhandl. zur Lehre von der Schwangerschaft und Geburt. Abtheil. 1. S. 50) und Breschet (Rheinisch-Westphälische Jahrbücher für Medicin und Chirurgie, herausg. von Harles. B. 8. St. 8. S. 49) beobachtet.

†) Zeitschr. für Natur- und Heilkunde, herausg. von Brosche, Carus u. s. w. B. 1. H. 2. S. 189.

††) Seiler a. a. O. S. 255 fg.

schliessung nicht erst nach der Empfängnifs entstanden war.

Hiernach bin ich genöthigt, eine Meinung zu ändern, die ich im 3ten Bande der Biologie (S. 393) für die wahrscheinlichere erklärte, die es nach den Erfahrungen, die ich damals vor mir hatte, auch war und die manche Anhänger gefunden hat. Ich hielt beim Niederschreiben jenes Bandes einen Fortgang des Saamens bis zu den Graafschen Eiern bei den höhern Thieren nicht für glaublich. Ich halte ihn aber jetzt, seit die Nothwendigkeit eines offenen Weges von der Mutterscheide nach den Eierstöcken für die Befruchtung ausgemacht ist, allerdings dafür. Die Länge des Weges, den der Saamen dabei zu nehmen hat, die schleimige Beschaffenheit des letztern, die Fälle, wo man ihn bald nach der Begattung weder im Uterus noch in den Fallopischen Röhren fand, und die knorpelige Beschaffenheit des Muttermunds mancher Säugthiere sind keine hinreichenden Gründe, jenen Fortgang zu läugnen. Wenn bei der Begattung in der Scheide, dem Uterus und den Muttertrompeten peristaltische Bewegungen von aussen nach innen vor sich gehen, so wirkt dabei, wie bei allen solchen Bewegungen, jedes folgende Stück des sich fortschreitend erweiternden und zusammenziehenden Canals saugend auf den Inhalt des vorhergehenden, und so wird der Fortgang dieses Inhalts durch die Länge des Canals nicht verhindert. Durch eine solche Einwirkung wird auch eine schleimige Materie fortbewegt, nur langsamer als eine flüssigere. Der Saamen aller

Thiere trennt sich aber auch bald nach seiner Ausleerung in einen dickern und einen flüssigern Theil. Dieser ist der eigentlich belebte und wahrscheinlich der, welcher durch den Uterus und dessen Trompeten übergeführt wird. Es vermischen sich ferner mit ihm Feuchtigkeiten der weiblichen Genitalien, die ihn, nachdem er in diesen einige Zeit verweilt hat, unkenntlich machen, und es läfst sich also nichts daraus schliessen, dafs man ihn zuweilen nach der Paarung nicht im Uterus fand. Es ist überdies zweifelhaft, ob in diesen Fällen wirklich Befruchtung erfolgt wäre. *)

---

*) Man würde diesen negativen Erfahrungen auch die Beobachtungen entgegensetzen können, wobei nach der Begattung Saamen im Uterus gefunden wurde, (Biol. B. 3. S. 393) wenn nicht unter gewissen Umständen auch in den innern weiblichen Zeugungstheilen ein Saft abgesondert würde, der dem Aeussern nach dem männlichen Saamen sehr ähnlich ist und damit verwechselt seyn kann. Vorzüglich ist in Betreff dieses Puncts zu berücksichtigen, was Santorini in seinen Observ. anat. p. 230 sagt: Num intra tubas ac ad ovarium usque evidens quaedam ac conspicua seminis pars perducatur, quamquam ab celeberrimis viris prope jam constitutum videatur; non est tamen, cur ita facile assentiar, quandoquidem ex repetitis observationibus adversus horum sententias mihi pene oppositum constare videatur. In puerperarum enim plurimis eundem prorsus et nos humorem comperimus saepe, quem semini, ut ajunt, simillinum se aliquando invenisse in mulieribus, seu subito post coitum mortuis, sive interemtis, clarissimi prosectores profitentur. Quum eum item humorem album, viscidulum et quasi spumeum non in puerperis dunxtaxat, sed et in aliis compererim, ac praesertim in quadam honestissima muliere, quae ob diros intestinorum cruciatus disrupto tertia die intra eadem aneurysmate decessit: in cujus utraque tuba tantum illius laticis repertum est, quantum quisque illius sententiae fautor ceu spermaticum humorem traduxisset (quum tamen in illa cruciatuum saevitia consuevisse cum viro absonum est suspicari) ab ea re perquam diversum laticem illum fuisse dicendum restat.

Da endlich der Muttermund bei der Entbindung durch die Zusammenziehung des Uterus so sehr erweitert wird, dafs er den ganzen Fetus durchläfst, so kann er auch leicht, wie seine Textur und Structur auch seyn mag, bei der Empfängnifs soweit geöffnet werden, als zur Aufnahme einer geringen Quantität Flüssigkeit nöthig ist.

Eine Schwierigkeit bei dieser Annahme eines Zugangs des männlichen Saamens zu den Eierstöcken scheint in manchen Fällen von Ueberbefruchtung zu liegen, die man bei Menschen beobachtet haben will. Diese kömmt oft bei den Säugthieren mit einem doppelten Uterus vor und kann hier leicht vorkommen, da hier das Wirken des einen Horns des Uterus nicht ganz abhängig von dem des andern ist. *) Dafs sie auch beim Menschen dann eintreten kann, wenn in kurzer Zeit nach einander die Begattung wiederhohlt wird, läfst sich nach den Beispielen von Weibern, die zugleich oder bald nach einander ein weisses und ein schwartzes Kind gebahren, **) nicht in Abrede stellen. Hieraus folgt aber nichts gegen den obigen

*) So sahe man ein Schaaf von neuem trächtig werden, nachdem es ein Jahr vorher befruchtet worden war, ohne die Frucht gebähren zu können. Bei der Section fand sich die erste Frucht im rechten, die zweite im linken Mutterhorn. (Rust's Magazin f. die gesammte Heilkunde. B. 21. S. 557).

**) Solche Fälle haben Gare (Medicinische Aufsätze f. Aerzte und Rechtsgelehrte. Sammlung 2. Wittenberg und Zerbst. 1795.), Delmas (Annales de la Soc. de Médec. pratique de Montpellier. 1806. Sept.), Dewens (Physical and medical Journ. 1807. June.) und Osiander (Grundrifs der Entbindungskunst. Th. 1. S. 156) aufgezeichnet.

Satz, da in den ersten Tagen nach der Befruchtung der Uterus noch in dem Zustande ist, daſs er sich ohne Nachtheil für die schon geschehene Befruchtung von neuem öffnen und wieder Saamen aufnehmen kann. Nur solche Fälle von Ueberbefruchtung bei Menschen würden schwer mit jenem Satz zu vereinigen seyn, wo Monate nach der ersten Fecundation, wenn das erste Ei schon im Uterus Wurzeln geschlagen und der Fetus sich entwickelt hätte, eine zweite eingetreten wäre. Man hat auch hiervon Beispiele erzählt, die aber in der That nichts Anderes als verspätete Entwickelung und Geburt der einen von zwei Zwillingsfrüchten waren. *) Es giebt sichere Beweise, daſs ein einzelner Fetus Wochen und selbst zwei Monate über die gewöhnliche Zeit der menschlichen Schwangerschaft hinaus im Mutterleibe verweilen kann. **) Ist dies bei einer einzelnen Frucht möglich, so wird es bei Zwillingen, wo die Entwickelung des einen Fetus durch die des andern verzögert wird, um so eher möglich seyn. Auch die Embryonen und Eier der Säugthiere und Vögel stehen oft auf einer sehr verschiedenen Stufe der Ausbildung unter Umständen, worunter die weniger ausgebildeten nicht von einer späteren Befruchtung herrühren können. ***)

*) In einem von Maton beschriebenen Fall gebahr eine Frau am 12ten November ein Kind und am 2ten Februar des folgenden Jahrs ein zweites (Medical Transact publ. by the College of Physicians in London. Vol. IV). Andere neuere Fälle dieser Art sind von Burdach (Die Physiol. als Erfahrungsw. B. 1. S. 491) gesammelt, aber aus Superfetation erklärt.

**) Burdach a. a. O. B. 3. S. 12.

***) Beobachtungen hierüber von Pallas an den Embryonen der

Wenn man eine unmittelbare Wirkung des männlichen Saamens auf die Eier annimmt, so mufs man dabei aber auch gelten lassen, dafs der Saamen keinen bemerkbaren materiellen Beitrag zur Entwickelung der Eier liefern kann, dafs er nicht in dem Zustande, worin er excernirt worden ist, zum Ei gelanget, und dafs er nicht blos auf das Ei, sondern auch auf das ganze System der weiblichen Zeugungstheile, besonders auf den Uterus, eine Nebenwirkung hat.

Was den ersten Punct betrifft, so bedarf es bei allen organischen Wesen nur einer so geringen Quantität männlichen Saamens zur Befruchtung, dafs das Ei davon keinen Zuwachs an Masse erhalten kann. Bei einer Blume des Hibiscus syriacus, in deren Staubbeuteln Kölreuter*) 4863 Körner Blumenstaub zählte, waren schon 50 bis 60 dieser Körner zu einer vollständigen Befruchtung hinreichend. Das unbefruchtete Ei der Schmetterlinge ist, nach Herold,**) von demselben Volumen wie das unbefruchtete. Nach einer Beobachtung Kühn's †) würden die befruchteten Eier dieser Thiere in anderer Rücksicht von den unbefruchteten gleich nach der Befruchtung verschieden seyn, wenn die Beobachtung entscheidend wäre. Eine weibliche Bombyx Vinula legte gleich nach dem Auskriechen einige Eier, die oben hellgelb, unten grün und eingedrückt waren. Eine

---

Zieselmaus und an den Eiern einiger Vögel finden sich in dessen Nov. spec. quadrup. e glir. ord. Ed. 1. p. 140. 141.

*) Vorläufige Nachricht von einigen das Geschlecht der Pflanzen betreffenden Verf. und Beobacht. S. 9.

**) Entwickelungsgeschichte der Schmetterlinge. Erklärung der Kupfertaf. S. IX. — †) Im Naturforscher. St. 13. S. 228.

Stunde nachher begattete sich mit ihr ein Männchen, und darauf legte sie wieder einige zwanzig Eier, die sowohl oben als unten eine ganz dunkelbraune Farbe und mehr Rundung als die vorigen hatten. Die zuerst gelegten Eier waren aber vielleicht, wegen nicht zur gehörigen Zeit geschehener Befruchtung, verdorben. Bei einem weiblichen Maikäfer, den ich 18 Stunden nach der Begattung öffnete, waren die Eier noch nicht aus den Eierstöcken in die Eiergänge gelangt, und dem Aeussern nach von den Eiern unbefruchteter Maikäfer nicht verschieden.

Bei jeder Paarung tritt in allen, zwischen der äussern weiblichen Zeugungsöffnung und den Eierstöcken liegenden Geburtstheilen eine starke Absonderung von schleimigen und wäſsrigen Säften ein, wodurch die geringe Quantität Saamens, die den langen Weg vom Muttermunde zu den Eierstöcken zurücklegt, nicht nur sehr verdünnet, sondern auch wahrscheinlich in ihrer Mischung verändert werden muſs. Hierzu kömmt, daſs, da die Franzen der Muttertrompeten oft erst nach Tagen die Eierstöcke umfassen, der sich sehr schnell zersetzende Saamen länger stagniren muſs, als er ohne Verlust seiner Wirksamkeit würde stagniren können, wenn diese nicht durch Verbindung mit einer weiblichen Flüssigkeit in ihm erhalten würde. Seinen Einfluſs auf das Ei kann man also freilich nicht insofern unmittelbar nennen, als er sich nicht vor Aeusserung seines Einflusses mit weiblichen Säften vereinigt, sondern nur in der Rücksicht, daſs er nicht etwa durch Blut- oder Lymphgefäſse

zu den Eierstöcken überbracht wird, oder durch einen Eindruck auf gewisse Nerven die Befruchtung hervorbringt.

Der Austritt des Eies aus dem Ovarium und dessen Uebergang in den Uterus kann nicht blos die Ursache der Umwandelungen seyn, die mit dem Uterus nach der Befruchtung vorgehen und wovon im folgenden Abschnitt weiter die Rede seyn wird. Blundell *) sahe bei Kaninchen, wobei durch Verschliessung der Muttertrompeten die Befruchtung der Eier verhindert worden war, doch nach der Begattung Erscheinungen eintreten, welche denen der Schwangerschaft ähnlich waren. Der Uterus, der keinen Fetus enthielt, war oft vergröfsert, in seinem Bau entwickelter und von einer eiweifshaltigen Flüssigkeit stark ausgedehnt. Er veränderte sich auf solche Weise selbst dann, wenn der Zugang aus der Scheide zu seiner Höhlung verschlossen war und kein Saamen in ihn hatte gelangen können. Dieser Umstand scheint zwar zu beweisen, dafs jene Erscheinungen blos Wirkungen des bei der Paarung statt gefundenen Orgasmus gewesen seyen. Allein beim Menschen, wo diese Reizung nicht jene Folgen hat, verändert sich doch der Uterus ebenfalls auf ähnliche Art wie bei der gewöhnlichen Schwangerschaft, wenn auch der Fetus nicht in ihn, sondern in die Bauchhöhle gelangt ist. Der männliche Saamen mufs also bei der Empfängnifs auch auf den Uterus einen Einflufs haben.

In Betreff dieses letztern Einflusses schliessen sich

*) A. a. O.

den höhern Thieren die Pflanzen an. Hingegen die Wirkung des männlichen Saamens auf das Ei ist bei den Gewächsen in jeder Rücksicht mittelbar. Die als Pollen sich darstellende männliche Zeugungsmaterie dieser Wesen kann erst dann zum Eierstock gelangen, nachdem der wirksame Theil derselben sich mit der Feuchtigkeit der Narbe und vielleicht auch bei manchen Pflanzen mit dem Saft der Nectarien vermischt hat. Sie mag nun, verbunden mit diesen Flüssigkeiten, durch die Narbe und den Griffel, oder durch die Wände des Eierbehältnisses dem Ei zugeführt werden, so kann sie, wie aus dem erhellet, was im vorigen Capitel (S. 5) über den Zusammenhang des Eierstocks mit dem Griffel und der Narbe gesagt ist, nur durch die Queerwände vieler Zellen zum Ovarium kommen. Diese Zellen sind zwar bei mehrern Gewächsen cylindrische Röhren von gröfserer Länge, als die meisten der übrigen Pflanzentheile enthalten. Allein sie sind doch immer an ihren beiden Enden verschlossen, und nie sahe ich eine solche Röhre sich ununterbrochen von dem Stigma bis in das Ovarium erstrecken. Zwischen diesen Zellen liegen auch nicht etwa weite Intercellulargänge, wodurch der Saft des Pollens einen freien Weg hätte, und es führen keine Poren zu Höhlungen der Narbe und des Griffels, wie es auf und in den Blättern giebt.

Anders würde es sich freilich mit der Befruchtung der Gewächse verhalten, wenn A. Brogniart's Beobachtungen, nach welchen die Pollenkügelchen, wenn sie eine Zeitlang auf dem Stigma gelegen haben,

einen cylindrischen oder conischen Fortsatz treiben, der durch die Substanz der Narbe und des Griffels bis zum Eierstock dringt, *) und in dessen Inhalt, nach Amici's Angabe, eine innere Bewegung statt findet, **) allgemein gültig wären. Einen solchen Fortsatz findet man allerdings zuweilen, doch bei weitem nicht bei allen Pflanzen. Mein Bruder sahe ihn bei einigen Gewächsen, bei andern nicht. Ich traf nichts davon bei mehrern Blumen an, die ich sowohl gleich nach dem Austreten des Pollens aus den Staubbeuteln, als einige Zeit nachher untersuchte. ***) Die, dem Stigma anklebenden Pollenkügelchen derselben waren durch Zusammenziehung kleiner und undurchsichtiger geworden, hatten aber ihre Gestalt nicht verändert. Nur bei den Asclepiadeen und Orchideen ist vielleicht das Treiben der Fortsätze etwas Beständiges. Wenn bei Gewächsen, deren Blumenstaub sich der Regel nach auf der Narbe ausleert, ohne eine andere Gestalt anzunehmen, eine Veränderung der Form vorkömmt, so kann diese von einer Ursache herrühren, die nichts mit der Befruchtung gemein hat. Sahe doch Schmidel †) bei Sempervivum tectorum das Pollen mehrerer Antheren in Massen verwandelt, welche sich

---

*) Annales des sc. natur. T. 12. p. 225. T. 24. p. 113. 263.

**) Ebendas. T. 21. p. 329.

***) Die von mir untersuchten Pflanzen waren: Calla palustris, Hottonia palustris, Pedicularis palustris, Lamium album, Lobelia Erinus, Campanula carpathica, Coreopsis auriculata, Papaver nudicaule, Chelidonium majus, Hypericum perforatum, Viola tricolor, Tropaeolum majus, Oxalis stricta, Agrostemma Githago, Potentilla formosa.

†) Icones plant. et anal. part. Ed. 2. Tab. LIII. LIV. p. 210.

in den Zeichnungen, die er davon geliefert hat, wie blasenförmige Körper ausnehmen. Es ist ferner um so mehr zu vermuthen, dafs die Fortsätze nicht immer der Befruchtung wegen entstehen, da sie gewöhnlich erst dann hervorwachsen, wenn das Stigma schon verwelkt ist und die Befruchtung allem Anscheine nach schon statt gefunden hat. Dafs die Fortsätze, wenn sie auch bei einigen Pflanzen beständig vorhanden und zur Befruchtung derselben nothwendig sind, bis in den Eierstock dringen sollten, ist mir nicht glaublich. Es giebt Umstände, die in Betreff dieses Puncts Täuschungen veranlassen können. So bemerkte ich auf der Narbe einer Tradescantia virginica Körper, die den Pollenkügelchen ähnlich waren und lange cylindrische Fortsätze hatten. Ich würde diese für solche Kügelchen haben halten können, die gleichsam in dem Stigma Wurzeln geschlagen hatten, wenn nicht die Staubbeutel noch unentleert gewesen wären. Mir schienen sie die in ihrer Gestalt veränderten, keulenförmigen Drüsen zu seyn, womit das Stigma besetzt ist, und dafs sie dies wirklich seyn konnten, sahe ich an Hypericum perforatum. Die Narbe der drei Griffel dieser Pflanze trägt kleine Kügelchen, welche unter einer durchsichtigen äussern Haut eine, mit einem violetten Saft angefüllte Höhlung haben, und deren Stiele sich verschmälert in lange, dünne, in dem Griffel liegende Fäden fortsetzt. Nach der Befruchtung verliehrt jener Saft seine rothe Farbe, und man kann jetzt leicht die Kügelchen für Pollenkügelchen halten, die auf dem Stigma Fäden getrieben haben.

Die befruchtende vegetabilische Materie kann, wenn sie in das Ovarium gedrungen ist, entweder durch den Strang, wodurch das Ei mit dem Eierstock zusammenhängt, auf das Ei wirken, oder aus dem Eierstock sich auf die Oberfläche desselben ergiessen. Um zu entscheiden, welche von diesen Möglichkeiten wirklich statt findet, wird es nöthig seyn, erst über die Bildung des Pflanzeneies vor der Befruchtung und dessen Verbindung mit dem Eierstock noch etwas Näheres zu sagen.

Der erste Anfang des Pflanzeneies ist ein schleimiges, in einer gallertartigen Substanz liegendes Kügelchen, das noch in keiner organischen Verbindung mit dem Ovarium steht. Beim Fortgange der Vegetation trübt sich die Gallerte und das Kügelchen, indem sich darin eine graue Materie erzeugt. Zugleich bekömmt die Gallerte in ihrer ganzen Masse, das Kügelchen an der Oberfläche eine cellulöse Structur. Dieses wird länglichrund und es bildet sich an demselben ein Strang, der Eistrang, wodurch es mit dem Eierstock in organische Verbindung tritt. Die graue Materie besteht aus Aggregaten sehr kleiner, dunkeler Bläschen, woraus späterhin Satzmehl wird.

Der gedachte Strang legt sich in der Regel an die eine Seite des, dem Saamenboden zugekehrten Endes des Eies, geht auf der nehmlichen Seite längs dem letztern nach dem andern Ende desselben, und fliefst hier damit zusammen. Das Ei ist in diesem Falle von dem Strang umschlungen. Er ist aber oft so kurz

und das Ei liegt so tief im Saamenboden, oder es verändert sich die Gestalt des Eies und dessen Lage gegen den Strang oft so, dafs es scheint, als ob dieser sich grades Weges in das dem Eierstock zugewendete Ende, oder in beide Enden, oder in die Mitte des Eies inserirte. Das Erste ist z. B. der Fall bei Alisma, das Zweite bei Campanula, das Dritte bei den Hülsenpflanzen und bei Tropaeolum. Doch sind nicht alle Pflanzeneier von ihrem Strang umschlungen. Bei Hydrocharis Morsus ranae, Cistus vaginatus und Scabiosa atropurpurea geht der Strang ursprünglich grades Weges zu dem, ihm zugekehrten Ende des Eies. Nur durch ihn hängen die Eier der mehresten Pflanzen mit dem Eierstock zusammen. Ausnahmen hiervon giebt es bei einigen Gewächsen mit einsaamigen Capseln. Ich fand bei Scabiosa atropurpurea das nach oben gekehrte Ende des Eies durch dessen Strang in den, sich bis in die Saamencapsel fortsetzenden Griffel übergehend, das andere, nach unten gekehrte Ende mit dem Grund der Capsel durch Zellgewebe zusammenhängend. Aug. de St. Hilaire bemerkte eine solche doppelte Verbindung an dem Ei von Corrigiola, Scleranthus, Polygonum, Atraphaxis, Rumex, Littorella und Spinacia. *)

Nachdem sich das Ei mit dem Eierstock verbunden hat, trennt sich die bisher einförmige Substanz desselben in eine äussere Schichte und einen Kern. Diese beiden Theile sind oft durch zwei Häute,

*) Mém. du Mus. d'Hist. nat. T. 2. p. 261.

eine innere der äussern Substanz und eine äussere des Kerns, von einander geschieden. Es läfst sich eine solche doppelte Haut z. B. bei Iris Pseudacorus nachweisen. Bei vielen Pflanzen ist aber keine scharfe Trennung beider Substanzen, oder wenigstens keine Darstellung jener beiden Häute als isolirter Theile möglich. Doch sind die beiden Substanzen immer in ihrer Beschaffenheit verschieden. Die äussere besteht schon aus vollständigen Zellen, wenn der Kern noch gallertartig ist. Jene hat immer einerlei Textur mit dem Eistrang, und immer geht derselbe in sie, nicht in den Kern, über.

Bei vielen Gewächsen ragt in der ersten Zeit der Bildung des Eies auf dem Ende desselben, welches der Insertionsstelle des Eistrangs entgegengesetzt ist, das eine Ende des Kerns aus der äussern Substanz wie eine kleine Halbkugel frei hervor. Nachher zieht sich dasselbe zurück, und bei dem reifen Saamen bleibt an der Stelle der frühern Hervorragung eine Vertiefung zurück. Man hat diese Bildung für allgemein am Pflanzenei vorhanden angegeben, und vermuthet, sie stehe mit der Befruchtung in Beziehung, indem sich auf das freiliegende Ende des Kerns, in welchem sich der Embryo erzeugt, die befruchtende Materie aus dem Eierstock ergösse. Allein ich finde das Ei der Hülsenpflanzen nicht so gebildet. Es liegt im Gegentheil bei diesen Gewächsen das Ende des Kerns, welches bei andern Pflanzen das hervorragende ist, ursprünglich tiefer unter der äussern Schichte als der übrige Theil des Kerns. Dafs durch das freiliegende

Ende der befruchtende Stoff in den Kern dringe, ist eine ganz unbewiesene und unerweisliche Voraussetzung. An jenem Ende erzeugt sich der Embryo. Es bedarf hier vielleicht zur Bildung desselben einer stärkern Einsaugung der äussern Luft als an den übrigen Stellen des Eies, und die Hervorragung kann blos dieser Absorbtion wegen vorhanden seyn. Man hat sich darauf berufen, dafs bei den Orchideen und bei der Gattung Cistus das von der Narbe sich in den Eierstock fortsetzende Zellgewebe in der Saamencapsel, neben den Eiern, frei hervorragende kurze Fortsätze bildet, aus deren äussern Enden sich die befruchtende Materie auf die Hervorragung des Kerns des Eies ergiessen könnte. *) Ich fand auch die Eier der Reseda odorata an einem schwammigen, grünen Zellgewebe befestigt, welches neben ihnen kleine, sich in einem runden, durchsichtigen Kopf endigende Fortsätze bildet. Mit der Befruchtung hat diese Substanz gewifs nichts gemein. Sie ist der ähnlich, die es auswendig auf dem Grund der Blume der Reseda an der Basis der obern Blumenblätter giebt, und wie diese von drüsiger Art. Die Saamencapseln der Reseda sind an ihrem äussern Ende offen. Der freie Zutritt der Luft würde vielleicht der Entwickelung der Eier hinderlich seyn, wenn diese nicht durch eine wäfsrige Absonderung immer feucht erhalten würden. Bezöge sich die erwähnte Substanz auf die Befruchtung, so würde sie ohne Zweifel nach Beendigung dieses Geschäftes

---

*) A. Brogniart, Annales des sc. nat. Tom. 24. p. 113.

schwinden, welches doch keinesweges mit ihr geschieht.

Ausser der freien Hervorragung des Kerns und diesen Fortsätzen giebt es keinen andern Umstand, wovon sich ein Grund für die Meinung, dafs das Pflanzenei durch die Ergiessung der befruchtenden Materie auf die Oberfläche desselben zur Entwickelung gebracht werde, hernehmen läfst. Dagegen stehen, wie sich im folgenden Abschnitt zeigen wird, die Veränderungen des sich entwichelnden Pflanzeneies in so genauer Verbindung mit Veränderungen des Eierstocks, dafs sich mit allem Rechte folgern läfst, die Wirkungen der Befruchtung erstrecken sich durch Vermittelung des letztern auf den Strang des Eies und durch diesen auf das Ei selber.

Schwangerschaft.

Das Wort Schwangerschaft hat keine ganz bestimmte Bedeutung. Man kann darunter das Tragen des Eies nach dessen Austritt aus dem Eierstock bis zur Ausschliessung desselben aus der äussern weiblichen Zeugungsöffnung ohne Rücksicht auf die Befruchtung verstehen; oder für die Periode der Trächtigkeit die Zeit annehmen, während welcher das befruchtete Ei im mütterlichen Körper bleibt, ohne mit demselben verbunden zu seyn; oder diese Periode auf die Zeit des organischen Zusammenhangs der Frucht mit der Mutter nach der Befruchtung beschränken. Eine Schwangerschaft in der ersten Bedeutung giebt es bei den wirbellosen Thieren; in der zweiten bei den Wirbelthieren, mit Ausnahme der Säugthiere; in der dritten bei den Säugthieren und Pflanzen.

Die Eier der wirbellosen Thiere entstehen vielleicht in organischer Verbindung mit den Eierstöcken. Aber mit Bestimmtheit läfst sich dies nicht nachweisen. Ihren Ursprung nehmen sie aus einer ungeformten Materie, mit welcher die Anfänge der Eierbehälter gleichförmig angefüllt sind. Sobald sie soweit gebildet sind, dafs sie sich deutlich wahrnehmen lassen, schwimmen sie entweder in der Flüssigkeit eines Sacks, oder liegen in Röhren oder Zellen, ohne, wie es scheint, mit ihren Behältern zusammenzuhängen. Liegen sie in Röhren, die sich zu einem Uterus vereinigen, wie bei den Insecten der Fall ist, so rücken sie darin nach

dem äussern Ende derselben immer weiter vor, so wie sie an Gröfse zunehmen, und ist der Uterus mit ihnen angefüllt, so werden sie gelegt, wenn sie auch noch nicht befruchtet sind. Durch die Befruchtung kann das Legen beschleunigt werden. Aber in einer fest bestimmten Zeit folgt dieses nicht immer darauf. Manche Arten wiederhohlen die Paarung von der ersten Zeit des Entstehens der Eier an bis zum Ausschlufs derselben. Pfeiffer*) sahe zwei Weinbergschnecken sich am 10ten July begatten, am folgenden Tage die Paarung wiederhohlen, und gleich darauf die eine Eier legen. Ich fand diese Thiere schon am 23ten April in der Paarung, während in keinem derselben noch Eier sichtbar waren. **) Helix aspersa L. soll nach dreimaliger Paarung gebähren. ***) Für die Insecten, Crustaceen und Mollusken, die sich spät im Herbst begatten, ist der Winter die Zeit der Trächtigkeit. Zu diesen gehören die einen Winterschlaf haltenden Wespen und Hummeln, ausserdem aber auch die Nacktschnecken. Nach Lister †) begattet sich Limax cinereus im August und legt im April des folgenden Jahrs Eier. Von Limax ater traf er im Anfange des Mai's Eier an. Dies stimmet mit meiner Erfahrung überein. Ich fand zwei schwartze Nacktschnecken an einem der ersten Tage des August in der Paarung und erhielt im April Eier dieser Schneckenart,

*) Naturgesch. Deutscher Land- und Süfswasser-Mollusken. Abth. 3. S. 77.

**) Man sehe oben S. 33.

***) Turpin, Annales des sc. natur. T. 25. p. 426.

†) Hist. animal. Angliae. Tr. 2. Tit. 15 et 17.

die schon ganz ausgebildete Junge enthielten. Es wurden mir aber auch Eier der nehmlichen Art mit ebenfalls ganz entwickelten Embryonen in der Mitte des Octobers gebracht. Die Ausbrütung mufs also bei diesen Thieren, nach der verschiedenen Witterung, bald erst im Frühjahr, bald schon im Herbste vor sich gehen.

Bei den Vögeln, Amphibien und Fischen, deren Trächtigkeit erst mit der Trennung der Eier von den Eierstöcken beginnet, womit dieselben vorher in wirklicher organischer Verbindung stehen, ist die Periode der Schwangerschaft doch auch nicht fest bestimmt. Sie kann durch äussere Einwirkungen abgekürzt und verlängert werden, bei manchen soweit verlängert, dafs der Fetus sich im Leibe der Mutter ganz entwickelt und diese scheinbar lebendig gebährend wird. *) Eine festere Zeit hat die Schwangerschaft nur bei den wirklich lebendig gebährenden Thieren, und die bestimmteste beim Menschen, obgleich auch bei ihm dieselbe nicht immer in den gewöhnlichen Gränzen bleibt. **) Ein Gesetz läfst sich für sie bei diesen Thieren nicht angeben, wohl aber im Allgemeinen die Regel: dafs ihre Dauer mit der Gröfse der Arten in gradem, mit der Fruchtbarkeit derselben in umgekehrtem Verhältnifs steht. So ist die Hausmaus 14 Tage, der Hase, das Kaninchen und Eich-

*) Man sehe B. 1. S. 100 dieses Werks und Tiedemann's Anat. und Naturgesch. der Vögel. B. 2. S. 145.

**) Man sehe oben S. 58.

hörnchen einen Monat, der Igel 7 Wochen,*) die Katze und der Hund 2, der Wolf $2\frac{1}{2}$, der Bär $3\frac{1}{2}$ bis 4, das Schaaf 5, der Hirsch 8, die Kuh und das Pferd 9, das Nashorn 17 bis 18, der Elephant 22 bis 24 Monate **) trächtig.***) Von diesen Thieren werfen die, welche unter 2 Monate tragen, zur Zeit 3 bis 6, die, welche über 3 Monate trächtig sind, selten mehr als 1 Junges. Hiermit stimmet die obige Regel ziemlich genau überein. Allein das Schwein, das 4 Monate trägt, wirft doch eine grofse Menge Junger, und der Wallfisch (Balaena Mysticetus) ist bei seiner ungeheuren Gröfse nur 9 bis 10 Monate,†) hingegen die Falkländische Robbe, wovon ein ausgewachsenes Männchen 6 Fufs 8 Zoll, ein Weibchen nur $3\frac{1}{2}$ Fufs Länge hat, 12 Monate,††) und die Meerotter (Mustella Lutris L.) die höchstens bis 80 Pfund wiegt, 8 bis 9 Monate†††) trächtig. Man könnte eine Beziehung der Zeit der Trächtigkeit mit der Dauer des Lebens vermuthen. Allein der Wallfisch lebt wahrscheinlich nicht länger als das Schwein, nehmlich 25 bis 30 Jahre.°°) Er bringt Ein Junges

---

*) Römer's und Schinz's Naturgesch. der in der Schweiz einheimischen Säugthiere. S. 127.

**) Hodgson, Oriental Magazine. 1825. H. 5. S. 155.

***) Noch mehr andere Beobachtungen über die Zeit der Trächtigkeit der Säugthiere finden sich in F. Cuvier's Aufsatz über die Brunst. Annales du Mus. d'Hist. nat. T. IX. p. 113.

†) Scoresby, Account of the Arctic Regions. Vol. I. p. 470.

††) J. Weddell's Reise in das südliche Polarmeer. Aus dem Engl. Weimar. 1827. S. 85.

†††) Steller's Beschreibung sonderbarer Meerthiere. S. 202.

°°) Scoresby a. a. O.

zur Welt. Nicht mehr Junge gebähren aber auch die kleinsten Arten der Affen.

Die Eier mögen sich vor oder nach der Befruchtung von dem Eierstock ablösen, so ergiefst sich immer auf sie, während ihres ganzen Fortgangs von den innern Enden der Eiergänge an bis zum Uterus, eine nährende, gröfstentheils aus Eiweifs bestehende Materie, die von der inwendigen Fläche dieser Eingeweide abgesondert und von ihnen angezogen wird. Ohne diese Absonderung würde das Ei nicht an Volumen zunehmen. Dafs dasselbe nicht blos davon umhüllet wird, sondern selbstthätig darauf zurückwirkt, erhellet daraus, weil das Weisse der Vögeleier nicht fault, solange es mit der Narbe und dem Dotter verbunden ist und diese noch lebend sind, sehr bald aber, wenn es nicht mehr mit diesen zusammenhängt. Bei den Gespenstheuschrecken (Phasma) ist, nach J. Müller's Untersuchungen, *) die nährende Materie des Eies in der letzten Zeit der Entwickelung ein solider, über diesem liegender, doch nicht in unmittelbarer Berührung damit stehender Cylinder, der bis zu jener Zeit mit dem Ei wächst, während derselben davon verzehrt wird. Aehnliche Körper fand ich in den Eierstöcken des Reduvius serratus. Diese verbinden sich aber mit den obern, offenen Enden der Eier und werden von denselben umschlossen.

Für die Säugthiere ist besonders der Uterus das Secretionsorgan der nährenden Materie des Eies, und vielleicht auch Absonderungswerkzeug des Dotters.

*) Verhandl. der Kaiserl. Acad. der Naturf. B. 4. S. 620 fg.

Jenes hat beim Austritt aus den Ovarien kaum die Gröfse der Narbe des Eies der Vögel, Amphibien u. s. w. Bei dieser Kleinheit kann es schwerlich mehr als eine blofse Narbe seyn, und, wenn es auch schon einen Dottersack besitzt, doch den Dotter erst im Uterus empfangen. Da aber in ungewöhnlichen Fällen sich bei den Säugthieren das Ei in den Fallopischen Röhren, im Eierstock und selbst in der Bauchhöhle entwickeln kann, so ist bei ihnen das Vermögen, die nährende Materie des Eies zu erzeugen, doch auch nicht blos auf den Uterus beschränkt. Bei allen übrigen Thieren empfängt das Ei in dem Theil, der sich mit dem Uterus der Säugthiere vergleichen läfst, nicht so sehr noch Stoff zur Ernährung, als eine Materie zur Umhüllung beim Austritt desselben aus dem Körper der Mutter. So sondert der untere, erweiterte Theil des Eiergangs der Vögel die kalkartige Materie der Eischaale ab, und in den Hals des Uterus der Insecten öffnen sich die Behälter des Schleims, Kitts oder Leims, den die Eier dieser Thiere beim Legen zur Bedeckung erhalten.

Bei den Säugthieren hat die Absonderung jener nährenden Materie die Eigenthümlichkeit, dafs sie durch eines oder mehrere Organe (Mutterkuchen, Cotyledonen) geschieht, die in jeder Schwangerschaft zum Behuf der Secretion besonders gebildet werden, mit der Reife des Fetus ihre Vitalität verliehren und bei der Geburt sich mit diesem vom Körper der Mutter trennen. Die Entstehung derselben kann erst dann eintreten, wenn an dem Fetus sich schon Nabel-

stranggefäfse gebildet haben, die durch Einwirken auf eine einzelne Stelle des Uterus einen sehr blutreichen Auswuchs aus denselben verursachen, mit dem sie sich durch einen ähnlichen, aus ihnen hervorsprossenden Auswuchs vereinigen, ohne mit den Gefäfsen desselben eine Verbindung einzugehen. Durch diesen Mangel an Zusammenhang des Fruchttheils der Placenta mit dem mütterlichen Theil derselben unterscheidet sich die Wirkung der Einimpfung der Nabelstranggefäfse in den Uterus von den Folgen der Impfung einzelner organischer Theile, die noch belebt sind, auf ein lebendes Ganzes. Der Grund des Unterschieds liegt darin, dafs der mütterliche Theil gleich zu einem Absonderungswerkzeug eines milchigen Safts wird, der zwischen ihm und dem Fruchttheil austritt und von den Gefäfsen des Nabelstrangs zur Ernährung des Fetus aufgenommen wird.

Der Entstehung des Mutterkuchens und der Cotyledonen geht immer der Ergufs einer Flüssigkeit aus der ganzen inwendigen Fläche des Uterus vorher, die sich zum Theil zu einem flockenartigen Zellgewebe organisirt, zum Theil in flüssigem Zustande bleibt. Aehnliche Flocken erzeugen sich auf der auswendigen Fläche des Eies. Aus den freien Enden beider Substanzen schwitzt beim Menschen und in niederm Grade auch bei den übrigen Säugthieren eine Lymphe hervor, woraus sich auf der einen Seite die hinfällige Haut des Uterus, auf der andern die des Eies bildet, welche beide Membranen sich auf der Oberfläche des Nabelstrangs und des Mutterkuchens zu einer einzigen,

zusammenhängenden Haut mit einander verbinden. Dafs, wie man angenommen hat, die hinfällige Haut des Eies (Membrana decidua reflexa) entstehe, indem das Ei beim Uebergange in den Uterus die schon vollständig gebildete, hinfällige Haut dieses Organs an der Stelle des Uebergangs zu einem Sack ausdehne, worin es sich lagere, ist eine höchst unwahrscheinliche Meinung. Der nicht gerinnende Theil der obigen Flüssigkeit füllet beim Menschen bis ohngefähr zum dritten Monat der Schwangerschaft den Zwischenraum zwischen der hinfälligen Haut des Uterus und der des Eies aus. Die Quantität desselben nimmt während dieser Zeit in umgekehrtem Verhältnifs mit dem Wachsthume des Fetus ab.*) Diese Flüssigkeit ist wohl die nehmliche, die sich bei weiblichen Kaninchen nach einer Begattung, wobei dem männlichen Saamen der Zugang zu den Eierstöcken abgeschnitten ist, imUterus anhäuft.**) Die hinfällige Haut des Uterus bildet sich beim Menschen auch nach Empfängnissen, wobei das Ei sich nicht im Uterus, sondern in den Muttertrompeten, im Eierstock oder in der Bauchhöhle entwickelt.

Zum Behuf der Bildung des Zeugungsstoffs tritt bei allen Thieren mit dem Anfang dieser Bildung ein vermehrter Zuflufs des Bluts nach den Geschlechtstheilen ein, der zur Zeit der Brunst und bei der Paarung gesteigert wird, und nach der Befruchtung

*) Breschet in Heusinger's Zeitschr. f. d. organ. Physik B. 1, S. 465, und in den Annales des sc. nat. T. 26. p. 160.

**) Man sehe oben S. 61.

in den weiblichen Theilen derer anhält, bei welchen diese innerhalb dem Körper der Mutter geschieht, doch mit dem Unterschiede, dafs sie bei der Paarung mehr in der Scheide, nach der Befruchtung mehr in dem Eierstock, den Eiergängen und dem Uterus statt findet. Wo die Brunst nicht an feste Perioden gebunden ist, oder wo nicht immerfort in den Eierstöcken Eier erzeugt und diese, wenn sie sich angehäuft haben, auch ohne Befruchtung excernirt werden, wird das Blut, das in der Schwangerschaft dem Ei zufliefst, ausserhalb derselben periodisch excernirt. Dies geschieht beim Menschen regelmäfsig; in weniger festen Perioden und in niederm Grade bei andern Säugthieren, *) besonders den Affen. **) Beim Menschen findet in den Zeiten zwischen dem periodischen Blutverlust immerfort der Geschlechtstrieb im Weibe wie im Manne statt. Bei den Weibchen anderer Säugthiere tritt der Ausflufs nur mit dem periodischen Erwachen dieses Triebes ein, während das Männchen beständig zur Zeugung aufgelegt ist. ***) Bei den eierlegenden Thieren ströhmt das Blut den Eierstöcken beständig in nicht so verschiedenem Maafse als bei den Säugthieren zu, und wird fortwährend zur Bildung neuer Eier verwandt. Man sieht z. B. in den Eierstöcken des Wetterfisches (Cobitis fossilis) zwischen den gröfsern Eiern der nächsten Brut schon die kleinern für die darauf folgende Geburt liegen.

*) Kahleis in Meckel's Archiv f. d. Physiol. B. 8. S. 432.

) Rengger's Naturgeschichte der Säugthiere in Paraguay. S. 13. 43. — *) F. Cuvier a. a. O.

In diesen Thieren wirken die erzeugenden Kräfte ununterbrochen, solange das Leben selber fortdauert. Hört die Erzeugung in ihnen auf, so ist bei den höhern von ihnen Krankheit oder hohes Alter daran Schuld, oder es tritt bei den niedern derselben die Erzeugung von Sprossen statt der Eierbildung ein.

Bei dem vermehrten Zuflufs des Bluts zu den schwangern weiblichen Geburtstheilen erweitern sich die Gefäfse derselben, besonders die Venen, und zugleich verändert sich die Textur dieser Organe. Die Erweiterung tritt nicht nur in den Blutgefäfsen der Wirbelthiere, sondern auch in den Luftröhren der Eiergänge der Insecten ein. *) Die Veränderung der Textur äussert sich vorzüglich in einem stärkern Hervortreten des Faserngewebes an dem Uterus und den Eiergängen.

Nach dem Eintritt der Schwangerschaft verändert sich auch die Mischung mehrerer abgesonderter Materien, besonders solcher, die mit der Zeugung in Beziehung stehen. Die männlichen Säugthiere wissen ihre trächtigen Weibchen gleich von den unbefruchteten zu unterscheiden, und meiden dieselben, ohne Zweifel weil der Geruch des Safts der Drüsen am After, wovon sie vor der Befruchtung angelockt und zur Paarung gereizt werden, sich nach der Empfängnifs so verändert, dafs er ihnen zuwider wird.

So verhält es sich mit der Schwangerschaft der Thiere. Die Pflanzen kommen in Hinsicht auf diesen

---

*) J. Müller a. a. O. S. 629.

Punct darin mit den niedern Thieren überein, dafs auch bei ihnen die zeugenden Kräfte das ganze Leben hindurch wirksam sind. Die vegetirende Pflanze, die nicht blühet und Saamen trägt, ist entweder krank, oder treibt um so mehr Zweige, von denen jeder fähig ist, sich zu einem eigenen Individuum zu entwickeln, je weniger Blüthen sie hervorbringt. Von andern Seiten sind aber die Gewächse in Betreff des Früchtetragens von den Thieren sehr verschieden. Sie treiben für jede neue Brut einen neuen Eierstock und ein neues Organ, das sowohl Behälter des Ovariums als der Brut ist; die Eier kommen gleich nach ihrem Entstehen in organische Verbindung mit dem Eierstock und bleiben darin bis zu ihrer völligen Ausbildung; mit ihnen entwickelt sich bis auf einen gewissen Grad das Ovarium; gegen die Zeit der Reife stirbt dasselbe ab; nach der Reife gelangen sie nicht erst in ein anderes Organ, bevor sie den mütterlichen Körper verlassen, sondern bleiben bis zur Geburt in dem nehmlichen Behälter, worin sie erzeugt wurden. Die Geschichte der Schwangerschaft der Pflanzen fällt daher mit der Entwickelungsgeschichte des vegetabilischen Eies zusammen. Das Folgende wird die Summe meiner eigenen Beobachtungen über diesen Gegenstand seyn, und das ergänzen, was ich darüber im 1ten Bande des gegenwärtigen Werks (S. 69) nur in der Kürze sagen konnte.

Wir sahen im vorigen Capitel (S. 66), dafs sich im Pflanzenei, nachdem es sich durch einen Strang mit dem Eierstock vereinigt hat, eine äussere Schichte

und ein Kern bildet. Mit der Entstehung des Kerns, oder bald nach derselben tritt die Veränderung ein, dafs die Zellen der äussern Substanz sich immer mehr ausbilden, während dieselbe dünner wird und ihren Gehalt an grauer Materie verliehrt, und dafs sich die letztere dagegen in dem Kern anhäuft, welcher an Masse zunimmt. Bei Asclepias trennt sich auch um diese Zeit der, vorher kurze und einfache Strang des Eies in mehrere Stränge, die mit dem Ei fortwachsen und nach der Reife desselben sich in den Haarschopf verwandeln, womit die Saamenkörner dieser Gattung an dem einen Ende besetzt sind. Zu jenen Umwandelungen kömmt ferner noch die, dafs bei den meisten Pflanzen die gallertartige, den Saamenboden bedeckende Substanz, worin sich das Ei bildete, ebenfalls, wie die äussere Schichte des letztern, immer mehr zellenartig, dabei saftleerer und zuletzt ein lufthaltiges Mark wird. Eine Ausnahme hiervon giebt es bei Collomia grandiflora Dougl. in deren einsaamigem Capsel der Zwischenraum zwischen dieser und dem Ei noch bis nach der Entstehung des Embryo mit einem grauen Schleim angefüllt bleibt.

Jene Substanz des Saamenbodens liegt auf einer Schichte von grünem Zellgewebe, von welcher sich gewöhnlich ein Fortsatz durch den Strang des Eies in dasselbe erstreckt. Die Periode, worin dieser Fortsatz sich bildet, die Structur desselben, seine Dauer und Verbreitung im Ei sind sehr verschieden. Bei manchen Gewächsen, z. B. bei Hydrocharis Morsus

ranae, enthält das Ei noch während der Entfaltung der Blume keine Spur von grüner Substanz. Hingegen haben die Eier der Hülsenpflanzen und des Tropaeolum majus schon in der frühesten Zeit ihres Entstehens Theile von grüner Farbe. Bei vielen von denen Gewächsen, deren Ei von dem Eistrang umschlungen ist, steigt jener Fortsatz als ein grüner Faden von dem Saamenboden durch die Axe des Eistrangs nach dem obern Ende des Eies herauf, läuft von hieraus an der äussern Fläche des Kerns wieder nach dem untern Ende des Eies auf der entgegengesetzten Seite desselben zurück, und verliehrt sich am untern Ende des Kerns in einer grünen Substanz, die man die Chalaze genannt hat. Bei Agrostemma Githago enthält er zarte Spiralgefäfse, die sich zum Theil divergirend nach dem Kern hin verbreiten. Bei Asclepias nigra enthält der Eistrang nichts Grünes. An der Basis des Eies dieser Pflanze liegt aber eine grünliche Substanz, von welcher ein Faden gleich unter der Oberfläche des Eies bis zur Mitte desselben heraufgeht, wo er sich in divergirenden grünlichen Streifen verliehrt. Bei Pisum sativum und andern Hülsenpflanzen breitet sich ein grüner, auf der einen Seite des Eistrangs liegender Fortsatz des Saamenbodens unter der ganzen äussern Substanz des Eies als eine grüne Schichte aus, die bis zur Entstehung des Kerns auf Kosten der äussern Substanz an Dicke zunimmt, dann aber in eben dem Verhältnifs wieder dünner wird, in welchem der Kern sich verdickt. Diese grüne Substanz scheint immer bis zur Entstehung des Embryo ihr

Bestehen zu haben. Sobald derselbe bis auf einen gewissen Grad gebildet ist, verliehrt sie ihr Grün und wird unkenntlich.

Dem Erscheinen des Embryo geht die Veränderung vorher, dafs sich um die Axe des Kerns eine Höhlung für ihn bildet. Doch kann eine solche Cavität auch entstehen, ohne dafs sich ein Embryo darin erzeugt. Ueberhaupt ereignen sich alle die bisher angegebenen Veränderungen des Eierstocks und des Eies unabhängig von der Befruchtung. Diese ist nur Bedingung der Bildung des Fetus. Der Anfang des letztern ist da, wo die von der Basis des Eies ausgehende grüne Substanz sich an dem Kern endigt. Gewöhnlich erscheint er an dieser Stelle selber als ein Bläschen. Zuweilen aber ist hier sein Anfang ein langer, in sein Wurzelende übergehender Strang, vermittelst welchem er derselben anhängt, indem er selber an einer andern Stelle liegt. Einen solchen, und zwar langen, fadenförmigen, aus Zellgewebe bestehenden Strang bildet das Wurzelende des Embryo bei Tropaeolum. Der Faden setzt sich unmittelbar in die Gefäfsschnur des Eistrangs fort, und läfst sich in Verbindung mit derselben von dem Ei absondern und für sich darstellen. Gegen die Zeit der Reife des Eies vertrocknet er mit dieser Schnur. Bei den mehresten Gewächsen ist von einer solchen Verbindung des Embryo mit dem Ei schon in früher Zeit keine Spur vorhanden. Doch erschien mir an ganz jungen, aus dem Ei genommenen Embryonen das Wurzelende unter

stärkern Vergröfserungsgläsern oft wie abgerissen. Es findet daher vielleicht bei allen Pflanzen ursprünglich eine solche, obwohl nur schwache und nur kurze Zeit dauernde Verbindung statt. Da, wo sie deutlich vorhanden ist, gebührt dem Verbindungsstrang der Name des Nabelstrangs. Was man gewöhnlich so nennet ist das, was ich den Eistrang genannt habe, der keine Analogie mit der Nabelschnur der Thiere hat, und sehr unpassend mit dem Worte Nabelschnur bezeichnet ist.

Die Höhlung, worin sich der Embryo bildet, wird entweder ursprünglich von ihm ganz eingenommen und erweitert sich in dem Maafse wie er sich vergröfsert, oder ist schon vor seiner Entstehung vorhanden und wird erst nach seinem Heranwachsen von ihm ausgefüllt. Das Erste findet dann statt, wenn der Kern früh erhärtet; das Zweite dann, wenn dieser länger eine schleimige Beschaffenheit behält. Im ersten Fall enthält die Höhlung einen wäfsrigen Saft, und an ihrem einen Ende, in der Regel dem untern, ihrer Basis zugekehrten, giebt es an dem Kern ein, aus einer grünen, körnigen Materie bestehendes Absonderungsorgan dieser Flüssigkeit.

Der Embryo vieler Pflanzen liegt unbedeckt in seiner Höhlung. Eine merkwürdige Ausnahme hiervon machen die Nymphäen, deren Fetus von einer zarten Haut umschlossen ist, worin sich eine Flüssigkeit mit einer ähnlichen grauen Materie, wie sich vorher im Kerne befand, ansammelt, während dieser erhärtet

und seinen Gehalt an grauer Materie verliehrt. Bei mehrern andern Gewächsen entsteht in der Höhlung des Kerns ein schleimiger Saft voll grauer Materie, und es erzeugt sich gewöhnlich in dieser, zuweilen aber auch zwischen ihr und der Fläche der Höhlung des Kerns, der Embryo. Man hat diese Substanz vorzugsweise Perisperm genannt, und angenommen, sie sey den meisten Pflanzen eigen, nur bei einigen wenig ausgebildet. Allein wenn man z. B. das Ei des Hypericum perforatum untersucht, so wird man blos darin finden, was ich die äussere Schichte und den Kern genannt habe, und einen Embryo, der ohne alle Umgebung in der Höhlung des Kerns liegt. So verhält es sich bei sehr vielen Pflanzen, deren Ei man ein Perisperm zuschreibt, indem man darunter den schleimigen Kern desselben versteht, bei denen man aber eigentlich, um consequent zu seyn, kein Perisperm annehmen müfste, weil ihr Ei in der Höhlung des Kerns nicht noch eine besondere, mit grauer Materie angefüllte, schleimige Substanz hat, die den Embryo einschliefst.

Die erwähnte graue Materie zeigt sich, wenn der Embryo sich seiner Reife nähert, in den Cotyledonen desselben, und aus ihr entsteht das Satzmehl der Saamenblätter. Sie ist also bei der Erzeugung des Eies, des Embryo und der jungen Pflanze immer gegenwärtig, verändert aber ihren Sitz. Erst befindet sie sich im Saamenboden; dann erzeugt sie sich entweder gleich im Kern, oder auch vorher noch erst

in dem Strang und der äussern Schichte des Eies; bei Nymphaea sammelt sie sich hierauf in der Flüssigkeit des Sacks an, welcher bei ihr den Embryo enthält; bei mehrern andern Pflanzen bildet sie sich in einem schleimigen Saft der Höhlung des Kerns; endlich werden die Cotyledonen des Embryo mit ihr angefüllt. Wenn man diese Materie das Perisperm nennet, so hat jede Pflanze ein Perisperm, dessen Sitz aber mit dem Fortschreiten der Entwickelung des Eies immer wechselt. Soll nur ein einzelner der Theile, worin die graue Materie sich ablagert, diesen Namen haben, so ist der Kern die einzige, bei allen Pflanzen vorhandene Substanz, welche für eine gewisse Zeit zu der Ablagerung dienet. Diese Zeit ist aber bei manchen Arten von so kurzer Dauer, dafs es unpassend seyn würde, den Kern vor allen andern Theilen, worin sich die graue Materie oft in weit gröfserer Menge und auf längere Zeit als in ihm absetzt, Perisperm zu nennen.

In jenem Wechsel der Organe, welche der ernährenden Materie des vegetabilischen Eies und Embyro zum Sitz dienen, und der successiven Bildung erst der Gallerte des Saamenbodens, dann des Eies als einer Substanz ohne innere sichtbare Organisation, hierauf des Stranges, der äussern Schichte und des Kerns desselben u. s. w. ist etwas Aehnliches wie im Thierreiche bei dem Ergufs einer bildungsfähigen Flüssigkeit aus der innern Fläche des Uterus, dem Auswachsen einer flockenartigen Substanz aus dieser

Fläche und der äussern des Eies, dem Uebergang der nährenden Materie erst in das Weisse des Eies und dann in den Dotter u. s. w. Allein im Einzelnen sind doch die Vorgänge nach der Empfängnifs in beiden organischen Reichen so abweichend von einander, dafs von den Kunstwörtern, womit man die zur Ernährung und Entwickelung des thierischen Eies dienenden Theile bezeichnet hat, die meisten sich nicht auf die des Pflanzeneies übertragen lassen.

Geburt.

Sobald die Frucht soweit ausgebildet ist, dafs sie ausserhalb dem mütterlichen Körper, es sey im Ei oder unabhängig von demselben, zu leben vermag, wird sie gebohren. Nur bei den Säugthieren ist die Geburt Aufhören der organischen Verbindung der Frucht mit der Mutter und zugleich Ausschliessung des Embryo sowohl aus dem mütterlichen Körper als aus dem Ei. Die übrigen Thiere werden im Ei gebohren und müssen sich darin noch erst weiter ausbilden, ehe sie ein selbstständiges Leben zu führen im Stande sind.

Es läfst sich fragen: Ob der Impuls zur Geburt von dem Ei ausgeht; oder ob sie Folge eines, in einer gewissen Periode eintretenden Wirkens der weiblichen Geburtstheile ist? Diese Frage ist einerlei mit der: Ob sich das Saamenkorn von der Mutterpflanze, oder die Mutterpflanze vom Saamenkorn ablöst? Die Trennung geschieht von beiden Seiten. Das Ei löst sich von der Mutter ab, weil es dieser nicht mehr bedarf, und die Mutter von dem Ei, weil dasselbe ein selbstständiger Körper geworden ist. Es ist hierbei ein Vorgang von gleicher Art wie bei dem Oeffnen der Staubbeutel der Pflanzen und dem Austreten des Pollens aus demselben. Der Saamenstaub schwillt gegen die Zeit seiner Reife so an, dafs die Staubbeutel ihn nicht mehr fassen können. Er öffnet aber diese nicht blos auf mechanische Art, sondern diese müssen sich mit aus eigenem Antriebe öffnen, um ihn auszulassen.

Mutter und Frucht trennen sich beim Menschen um die nehmliche Zeit wie sonst auch bei Schwangerschaften ausserhalb der Höhle des Uterus, und es treten auch dabei in der gewöhnlichen Periode Wehen ein, obgleich dabei nicht etwa eine Ausdehnung des Fruchthalters, die keine weitere Zunahme gestattet, ihn nöthigt, sich von der Frucht loszureissen.

Die Ausschliessung der Frucht geschieht theils durch Zusammenziehungen des Uterus, theils durch Verengerung der Bauchhöhle. Diese wird entweder blos durch die Bauchmuskeln, oder auch durch fremde äussere Kräfte bewirkt. Bei den mehresten Thieren wird der Fetus oder das Ei durch Contractionen sowohl des Uterus als der Bauchmuskeln ausgetrieben. Bei denen Fischarten, welchen die Bauchhöhle der Fruchthalter ist, und bei den Fröschen und Kröten, die einen dünnhäutigen, keiner bedeutenden Zusammenziehung fähigen Uterus haben, sind blos die Bauchmuskeln die Gebährwerkzeuge. Manche Fische unterstützen die Wirkung dieser Theile durch Drücken des Bauchs gegen Steine oder gegen den Seegrund. Bei den Fröschen und Kröten, deren Weibchen während der Begattung ihre Eier legen, befördert das Männchen den Abgang derselben dadurch, dafs es den Bauch des Weibchens bei der Paarung heftig mit den Vorderfüfsen zusammendrückt, und zugleich die Eierschnüre aus dem After des letztern mit den Hinterfüfsen hervorzieht. In diesem Entbindungsgeschäft zeichnet sich vorzüglich das Männchen des

Bombinator obstetricans aus.*) Den durch Lungen athmenden Thieren ist auch noch tiefes und anhaltendes Einathmen, wodurch die Bauchhöhle um so mehr verengert wird, je mehr die Bauchmuskeln zusammengezogen sind, ein Mittel zur Beförderung der Geburt.

Da, wo die Geburt vorzüglich durch den Uterus hervorgebracht wird, ist derselbe immer muskulös und seine Wirkung auf die Frucht von ähnlicher Art wie die aller andern hohlen, muskulösen Organe auf deren Inhalt. Er besteht in diesem Falle aus Fasern, die theils der Länge nach, theils schräg oder in der Queere verlaufen und sich fortschreitend von dem Grunde desselben nach dem Muttermund hin, doch nicht anhaltend, sondern nachlassend und Pausen machend, verkürzen. Den fortschreitenden Zusammenziehungen wirken von Zeit zu Zeit rückgängige entgegen, die aber stets schwächer als jene sind.**) Die Contractionen gehen gleichzeitig nicht auf allen Seiten des Uterus mit gleicher Stärke vor sich. Sie bringen daher eine schraubenförmige Bewegung der Frucht hervor, wodurch die Ausschliessung derselben befördert wird. Eine solche Drehung findet besonders auch bei der Geburt des menschlichen Fetus statt,

---

*) Demours, Hist. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1741. p. 39 der Octav-Ausgabe.

**) Diese Bewegungen wurden unter andern von Vallisnieri (Istoria della generazione. P. 2. C. 6. §. 20) und Haller (Opp. min. T. I. p. 384) am Uterus trächtiger Säugthiere, und von Purkinje (Symbolae ad ovi avium hist. ante incubat. p. 10) am Fruchthalter trächtiger Hennen beobachtet.

wie die verschiedene Stellung der Axen des Kindskopfs in den verschiedenen Perioden der Geburt beweiset. Es ist aber um so mehr zu bezweifeln, dafs sie, wie man gewöhnlich glaubt, immer auf einerlei Weise vor sich gehe, da sie nicht von allen Beobachtern auf gleiche Art angegeben wird und da es für ihren Zweck nicht nothwendig ist, dafs sie immer auf einerlei Weise erfolge. Man hat von jener Bewegungsart auch die Entstehung der schraubenförmigen Windungen an den Chalazen der Vögeleier, und wohl mit Recht, abgeleitet. Diese scheinen von dem Aufrollen und Umbiegen beider freier Enden der ersten dünnen Eiweifsschichte, womit das Ei nach dessen Eintritt in den Eiergang überzogen wird, verursacht zu werden, *) und eben daher rühren vielleicht auch die spiralförmigen Drehungen der Nabelschnur. Jene rotirende Wirkung äussert indefs nicht blos der Uterus, sondern auch der Magen, der Darmcanal und wahrscheinlich jedes andere, als Excretionsorgan wirkende Eingeweide auf den Inhalt desselben.

Vermittelst dieser Zusammenziehungen vermag der Uterus des Menschen und mehrerer anderer Säugthiere schon ohne weitere Beihülfe den Fetus auszutreiben, wie die Fälle beweisen, wo die Geburt bei vorgefallenem Uterus, bei offenem Leibe oder nach dem Tode erfolgte. **) So kräftig kann er aber schon nicht bei allen Säugthieren auf die Frucht wirken, da er unter

*) Purkinje a. a. O. p. 15.

**) Burdach's Physiol. als Erfahrungswissensch. B. 3. S. 27.

andern bei manchen Affen im schwangern Zustande ganz fasernlos ist. *) Bei mehrern Säugthieren und Vögeln scheinen die Mutterbänder, die beim Menschen nur dienen können, den Uterus in seiner Lage zu erhalten, vermöge der Muskelfasern, die sie besitzen, beim Gebähren mit eine Verrichtung zu haben, die durch künftige Beobachtungen noch näher zu bestimmen ist.

In der Regel gebähren alle Thiere zur Zeit nur Ein Ei oder Ein Junges. Zu den Ausnahmen gehören die Ephemeren, die ihre sämmtlichen Eier, vereinigt zu einer Masse, welche bei Ephemera vulgata die Gestalt eines platten, länglichrunden Vierecks hat, **) auf einmal excerniren; die Schabe (Blatta orientalis), deren Junge als Nymphen zur Welt kommen, die einzeln in Fächern einer hornartigen, schotenförmigen, durch Queerscheidewände inwendig abgetheilten und aus zwei, sich der Länge nach auf der einen Seite von einander trennenden Klappen bestehenden Capsel hängen; ***) die Planarien und verschiedene Egelarten, von deren Eiern jedes mehrere Embryonen enthält; †) die Lernäen und manche Branchipoden, die ihre Eier auf einmal in häutigen Säcken gebähren, welche bis zur Reife der Embryonen an ihnen hängen bleiben.

---

*) So beim Uistiti. Rudolphi in den Physical. Abhandl. der Acad. der Wissensch. zu Berlin. J. 1828. S. 35.

**) De Geer Mém. pour servir à l'Hist. des Ins. T. II. p. 638.

***) Näher beschrieben von Goeze im Naturforscher. Stück 17. S. 183.

†) Man vergl. B. 1. S. 73 dieses Werks.

Die eierlegenden Thiere werden gewissermaafsen zweimal gebohren: zuerst mit dem Ei von der Mutter und dann aus dem Ei ohne fremde Kräfte. Diese letztere Geburt erfolgt indefs immer nur mechanisch, entweder durch Zerreissung der, zu dünnen, leblosen Platten eingeschwundenen Eihäute; oder bei der Schabe durch Oeffnen der beiden Klappen des Eies dieses Insects in Folge des Eintrocknens derselben; oder bei manchen Würmern, z. B. den Distomen, durch Abwerfen eines Deckels, womit die Eier dieser Thiere, solange sie Feuchtigkeit enthalten, verschlossen sind.

Ein solcher, blos mechanischer Vorgang ist auch die Geburt des Pflanzeneies. Bei der Reife desselben werden der Eistrang, der Saamenboden und der Saamenbehälter leblos und trocken. Als Wirkung hiervon erfolgt eine Trennung des Eies vom Saamenboden und des letztern nebst dem Saamenbehälter von der Mutterpflanze. Dieser Behälter verfault entweder, oder wird durch Eintrocknen in einen, durch blofse Federkraft sich öffnenden Körper verwandelt. Den Jungermannien und einigen andern cryptogamischen Gewächsen ist die Elasticität steifer, spiralförmig gewundener Dräthe, womit ihre Eier zusammenhängen, ein Mittel zur Verbreitung der letztern nach deren Ausfallen aus dem Saamenbehälter. Bei den phanerogamischen Gewächsen kommen solche Saamenschleudern nicht vor. Die äussere Eihaut der Collomia grandiflora ist zwar beim reifen Ei mit feinen, schraubenförmig gewundenen, gegliederten Fäden dicht besetzt, die sich in dem,

S. 81 erwähnten, zwischen dem Ei und der Saamencapsel befindlichen grauen Schleim bilden, beim Austrocknen sich zusammenziehen, angefeuchtet sich ausdehnen und im letztern Zustande dem schwach vergröſserten Ei das Ansehn geben, als ob es von einem weiſslichen Filz umgeben wäre. Allein diese Theile können nicht den Zweck der Saamenschleudern haben, sondern nur dienen, die zur Entwickelung des Embryo nöthige Feuchtigkeit aufzunehmen und an sich zu halten.

Organische Einwirkungen des Zeugenden auf das Erzeugte nach der Geburt.

Die Jungen aller kaltblütigen Thiere sind, sobald sie die Eischale verlassen haben, gleich im Stande, für sich selber zu sorgen. Es findet wohl bei einigen dieser Thiere eine fortwährende organische Einwirkung der Mutter auf die gelegten Eier, nicht aber auf die ausgekrochene Brut statt. Hingegen das Neugebohrne der warmblütigen Thiere bedarf immer eine Zeitlang nach der Geburt noch der elterlichen Pflege. Den Eiern der Vögel ist zur Entwickelung des Fetus eine Wärme von 32° R. nöthig, die ihnen die Mutter oder der Vater mittheilen muſs, und der junge Vogel ist noch nicht gleich, wenn er die Eischaale verlassen hat, im Stande, sich Nahrung zu verschaffen. Die Säugthiere kommen meist zahnlos und zum Theil blind in die Welt, und manche erlangen erst nach geraumer Zeit das Vermögen zu sehen.*) Selbst die, welche gleich bei der Geburt mit Zähnen versehen und sehend sind, wie die Meerottern (Mustela Lutris L.) und Phoken,**) können doch nicht gleich von ihren Organen Gebrauch machen und der elterlichen Pflege entbehren.

Die erste Sorge aller Thiere, die Eier legen, deren sie nach der Geburt noch zu pflegen haben,

*) Das Russische fliegende Eichhörnchen erst nach 13 Tagen. Pallas Nov. spec. quadrup. Ed. 1. p. 378.

**) Steller a. a. O. S. 202.

und welche sie nicht etwa mit sich herumtragen, besteht in dem Bau eines Nestes für die künftige Brut. Ein solches verfertigen die Vögel. Die Säugthiere machen sich meist nur ein kunstloses Lager zum Gebähren, welches nachher ihren Jungen zum ersten Aufenthalt dient. Einige Arten, besonders unter den Nagethieren, zu welchen vorzüglich der Bieber und nächst demselben die Zwergmaus (Mus minutus Pall.) *) gehören, bereiten sich zwar auch ordentliche Nester. Diese sind indefs gewöhnlich eben so sehr oder selbst mehr für ihren eigenen Gebrauch als für ihre Jungen bestimmt. Die Nester der Vögel sind immer darauf eingerichtet, die Eier und Jungen in dem Grade von Wärme, der denselben angemessen ist, zu erhalten und vor nachtheiligen Einwirkungen zu schützen. In Beziehung auf den letztern Zweck haben sie oft einen sehr kunstreichen Bau. Doch wird dieser in manchen Fällen auch durch andere Nebenzwecke bestimmt.

Keine der übrigen Wirbelthiere, wohl aber unter den wirbellosen Thieren viele Insecten, bauen wirkliche Nester für ihre Brut. Es zeichnen sich bekanntlich in Hinsicht auf diesen Punct mehrere Hymenopteren und besonders die Bienen aus. Alle nesterbauende wirbellose Thiere weichen aber darin von den höhern Thieren sehr ab, dafs das Material ihres Genistes immer Substanzen sind, die sie vermittelst eigener Secretionsorgane selber erzeugen, und dafs bei ihnen

*) Gloger in den Verhandl. der Kaiserl. Acad. der Naturf. B. XIV. S. 355. 953.

der Besitz des Zeugungsvermögens den des Vermögens, Nester als wirkliche Kunstwerke zu verfertigen, in Einem und demselben Individuum ausschliefst. Diejenigen Insecten, bei welchen kein solcher Antagonismus zwischen Functionen statt findet, die auf den höhern Stufen des Lebens von Einem Individuum vollzogen werden, bringen zwar ihre Nester nicht immer durch ganz automatische Handlungen hervor, doch immer vermittelst Bewegungen, die eben so sehr automatisch als willkührlich sind. Es bereiten z. B. mehrere Spinnen aus der Materie ihres Gespinnstes Säcke, worin sie ihre Eier mit sich herumtragen. Es bedarf aber zur Entstehung dieser Behälter nichts weiter, als dafs sie den Saft ihrer Spinnwerkzeuge zur Zeit des Gebährens auf die Eier fliessen lassen. Auf solche, meist nur automatische Weise spinnet auch die Raupe sich ein Gehäuse zum Behuf ihrer künftigen Verwandlung. Der Saft ihrer Spinnwerkzeuge häuft sich gegen diese Periode immer mehr an und nöthigt sie, sich seiner zu entledigen. Ihr Verfahren bei der Ausleerung desselben ist zweckmäfsig für ihren künftigen Zustand, doch weit weniger willkührlich als das der Biene, die das Material zum Bau ihrer Zellen vor der Anwendung erst verarbeiten und zubereiten mufs. Einiger Insecten Brut ist in Nestern von sehr zusammengesetztem Bau eingeschlossen, die ganz allein durch Aeusserungen der Thätigkeit des unbewufsten Lebens gebildet werden. Dahin gehören die oben (S. 92) erwähnten Capseln, worin die Nymphen der Schabe eingeschlossen sind.

Den Vögeln liegt für ihre Nachkommen eine Sorge ob, deren die übrigen Thiere überhoben sind, die des Brütens. Sie werden dazu durch einen eben so mächtigen Trieb wie zur Begattung und zum Bau des Nestes gezogen, während dessen Dauer sie sich in einem fieberhaften Zustande befinden und ihre Wärme, besonders am Bauche, erhöhet ist. Bei manchen Arten theilt das Männchen denselben mit dem Weibchen. Die Dauer des Brütens richtet sich bei einer und derselben Art nach der Temperatur der Luft. Bei den verschiedenen Arten steht sie mit der Gröfse derselben in einem gewissen Verhältnifs. Die kleinen Singvögel brüten 10 bis 14 Tage, die grofsen Raub- und Wasservögel 3 bis 4 Wochen. Beim Straus erstreckt sie sich auf 40 Tage. *) Ist die bestimmte Zeit des Brütens verstrichen und das Junge im Ei noch nicht entwickelt, so wird dasselbe meist von dem Vogel als untauglich verlassen. Doch zuweilen dauert der Trieb zum Brüten auch über diese Zeit noch fort, und manche Vögel lassen ihn, wenn er heftig ist und ihnen die Eier genommen sind, an leblosen Körpern aus. **)

Die Säugthiere haben eigene Organe, die Brüste, zur Absonderung und Ausleerung einer Flüssigkeit, der Milch, womit das Junge nach der Geburt noch eine Zeitlang ernährt wird. Diese hält in ihrer Mischung das Mittel zwischen den vegetabilischen und

---

*) Man vgl. Tiedemann's Anat. und Naturgesch. der Vögel. B. 2. S. 137 fg.

**) Faber über das Leben der hochnordischen Vögel. H. 2. S. 211.

animalischen Substanzen und ist dadurch sowohl für die fleischfressenden als für die sich von Pflanzen nährenden Säugthiere passend. Der einzige ihrer nächsten Bestandtheile, der Stickstoff enthält, ist der käsige. Die übrigen (Butter, Milchzucker und Milchsäure) bestehen blos aus Sauer-, Wasser- und Kohlenstoff. Berthollet glaubte, aus einigen Versuchen schliessen zu müssen, daſs auch der Käsestoff einen weit geringern Gehalt an Stickstoff habe, als die mehresten der übrigen thierischen Substanzen.*) Mit dieser Meinung stimmen zwar die Resultate der von Thénard und Gay-Lussac gemachten Analysen dieses Stoffs**) nicht überein, nach welchen darin noch etwas mehr Stickstoff als im Eiweiſs und selbst im Faserstoff befindlich ist. Allein der Käsestoff macht nicht viel über ein Hunderttel der ganzen Masse der Milch aus. Wenn er also auch reich an Stickstoff ist, so bleibt doch die Quantität des letztern in der ganzen Milch nur sehr gering, weit geringer als z. B. im Blute, dessen sämmtliche Bestandtheile reich an Azote sind.

Die absondernden Drüsen der Milch liegen an der Brust, am Bauche oder an den Weichen. Ihre Zahl richtet sich einigermaaſsen nach der Zahl der Jungen. Sie ist nie unter zwei, und nicht über vierzehn. Das Junge nimmt selbstthätig, durch Saugen, daraus die Milch auf, während die Drüsen der Brüste

*) Mém. de la Soc. d'Arcueil. T. I. p. 333.

**) Angeführt in Berzelius's Lehrbuch der Thier-Chemie. Uebersetzt von Wöhler. S. 572.

durch diese Einwirkung zu stärkerer Absonderung aufgeregt und die Zitzen turgescirend werden. Bei einigen Säugthieren verhalten sich diese Organe dabei selbstthätig. Bei dem Känguruh fand Geoffroy-St.-Hilaire, bei Delphinus Phocaena Kuhn*) und Rapp**) an jeder der Brüste einen Muskel, wodurch die Milch ausgedrückt wird. Diese Organisation steht offenbar mit dem, beim Känguruh von der Kleinheit der Jungen, beim Delphin von dem Mangel an Lippen herrührenden Unvermögen zu saugen in Beziehung. Einige andere Thiere besitzen dagegen das Vermögen, die Milch willkührlich zurückzuhalten. Die Kühe der Kalmucken geben nie beim Melken Milch, wenn sie nicht dabei ihr Kalb vor Augen haben. Sind sie gar zu widerspenstig, so wird ihnen ein hölzerner Pflock in den After gesteckt, worauf sie Anstrengungen machen, sich desselben zu entledigen und dabei die Milch fahren lassen.***) Die Wirkungsart dieses Mittels beweist, dafs sie nur die Ausleerung, nicht aber etwa die Absonderung der Milch verhindern können.

Die Zeit der Ernährung durch die Brüste ist sehr verschieden bei den verschiedenen Arten der Säugthiere, und es läfst sich bisjetzt kein Gesetz angeben, nach welchem sie sich richtet. Das Weibchen des Seebären (Phoca ursina) säugt ihr Junges nur zwei Monate, hingegen die weit kleinere Meerotter (Mustela Lutris) das ihrige ein ganzes Jahr,†)

*) Bulletin des sciences natur. A. 1830. N. 8. p. 323.

**) Meckel's Archiv für Anat. und Physiol. 1830. S. 360.

***) Pallas, Mém. du Mus. d'Hist. nat. T. 18. p. 242.

†) Steller a. a. O. S. 202.

und von beiden Thierarten kommen doch die Jungen gleich mit Zähnen zur Welt. Die Jungen des Känguruh und der übrigen Beutelthiere gelangen weit früher zu der Periode, in welcher die Ernährung durch den Mund vermittelst der Milch eintritt, als die der übrigen Säugthiere. Es sind dabei noch Dunkelheiten. Man kann nicht sagen, wie die Jungen in einer Zeit, wo sie noch sehr unvollkommen organisirt und schwerlich selbstthätiger Handlungen schon fähig sind, mit den Zitzen in Verbindung kommen und sich damit in Verbindung erhalten. Auch in der Wirkungsart des Beutels der Mutter giebt es noch näher zu bestimmende Puncte. Man weifs, dafs derselbe an seiner Oeffnung einen Sphincter hat, wodurch er verschlossen wird, und an den Seiten zwei grade Muskeln, die zu den Sitzbeinen gehen und sowohl den Raum der Tasche verengern, als sie der weiblichen Geburtsöffnung nähern. Zur Erleichterung des Spiels dieser Muskeln, deren Sehnen über die zu den Schaambeinen gehenden Bogen der Sitzbeine weglaufen, verbinden sich diese bei den Beutelthieren nicht wie bei andern Thieren unter einem spitzen Winkel, sondern in einer graden Linie mit einander. *) Mit dem Beutel stehen aber auch zwei, den Beutelthieren eigene, längliche, grade Knochen, die Beutelknochen, in Beziehung, deren Function noch nicht genau erklärt ist. Diese articuliren mit den Schaambeinen, zu beiden

*) Home (Philos. Transact. Y. 1795. P. II. p. 1) fand diese Verbindung beim Känguruh. Ich bemerkte sie auch beim virginischen Opossum.

Seiten der Symphyse derselben, und haben eine solche Stellung, dafs sie nach aussen mit diesen Knochen einen spitzen, nach innen einen stumpfen Winkel machen. Von ihrem innern Rand erstreckt sich ein Muskelpaar, das vielleicht den Pyramidenmuskeln des Menschen zu vergleichen ist,*) bis zum Brustbein. Mit ihrem äussern Rand hängen die schiefen Bauchmuskeln zusammen. Die übrigen Bauchmuskeln gehen über ihnen weg, ohne sich mit ihnen zu verbinden. Durch jene beiden Muskelpaare, die aber aus Fasern von verschiedenem Verlauf bestehen und daher von Tyson**) für vier Paare angenommen sind, können die vordern Enden der Beutelknochen gehoben werden. Ich glaube daher nicht mit Blainville,***) dafs diese Knochen keine Beziehung auf den Beutel haben, aber auch nicht mit Ritgen,†) dafs ihnen beim Gebähren eine Verrichtung zukomme. Die Jungen dieser Thiere gelangen so klein in die Bauchtasche, dafs es nur eines geringen Aufwandes von Kraft und keiner weitern Mittel als blofser Zusammenziehungen des Uterus bedarf, um sie auszutreiben. Es giebt zwar auch bei einigen Thieren, die keinen Zitzenbeutel haben, z. B. beim Crocodil und Salamander, Knochen unter dem Bauch, die mit den Schaambeinen zusammenhängen. Man darf dieselben aber nicht mit den Beutelknochen

*) Meckel's System der vergl. Anat. Th. 3. S. 451.

**) Philos. Transact. Y. 1695. N. 239.

***) Bulletin des sc. par la Soc. philom. de Paris. A. 1818. p. 25.

†) Heusinger's Zeitschr. für die organische Physik. B. 2. S. 375.

für einerlei halten, und nicht von dieser vermeinten Gleichartigkeit einen Grund gegen die Meinung von der Beziehung der letztern auf den Zitzenbeutel hernehmen. Ihre Aehnlichkeit mit diesen Knochen ist so entfernt in Rücksicht auf ihre Gestalt sowohl als ihre Verbindung, dafs Gleichheit ihrer Verrichtung mit der der letztern schwerlich statt finden kann.

Der neugebohrne Vogel wird ebenfalls noch eine Zeitlang von der Mutter mit einem Saft gefüttert, den diese bereitet. Es sind aber nicht eigene äussere Drüsen, sondern die des Kropfs, welche denselben liefern. Diese schwellen bei der Mutter, nachdem sie ihre Jungen ausgebrütet hat, bedeutend an und scheiden eine milchige Flüssigkeit ab, welche sie diesen entweder unvermischt reicht, oder mit halbverdautem Futter durch Erbrechen vorwirft. Das Erstere thun unter andern die Tauben, das Letztere die Tölpel.*)

Auf ähnliche Weise sorgen nicht die kaltblütigen Thiere im Allgemeinen, wohl aber einzelne Gattungen derselben für die Entwickelung und Ernährung ihrer Brut. Es gehören dahin unter den Amphibien die Pipa, unter den Fischen die Meernadeln (Syngnathus), unter den Crustaceen die Asseln (Oniscus), unter den Insecten die Bienen nebst mehrern andern Hymenopteren, und unter den Mollusken die Anodonten.

Die Eier der Pipa werden von dem Männchen auf den Rücken des Weibchens gestrichen, wo sich für jedes derselben eine Zelle bildet, in welche es

*) J. Hunter on animal oeconomy. p. 193. Faber a. a. O. H. 2.

aufgenommen wird und worin es sich entwickelt. In wiefern und wodurch das Verweilen in diesen Zellen Bedingung der Entwickelung des Fetus ist, darüber giebt es noch keine Beobachtungen.

Die Meernadeln haben eine Bauchtasche wie die Beutelthiere, worin aber nicht die schon entwickelten Jungen, sondern die Eier aufgenommen werden. Bei Syngnathus Acus zeigte sie sich mir als eine längliche, von den äussern Bedeckungen gebildete, vor dem After liegende, durch eine längslaufende Spalte sich nach aussen öffnende Capsel, deren Wände inwendig ähnliche Vertiefungen für die einzelnen Eier wie die Schoten der Hülsenpflanzen für die Saamenkörner haben, und worin die Eier eben so wie in diesen reihenweise der Länge nach liegen.

Die Eier der Keller- und Wasserassel (Oniscus Asellus et aquaticus L.) gelangen aus den Eierstöcken in den Zwischenraum zwischen der äussern hornartigen Bauchdecke und dem Peritonäum, wo sich zum Behuf der Entwickelung des Fetus ein Saft ergiefst, der bei der Wasserassel ohne Vermittelung besonderer Theile, bei der Kellerassel aber durch vier eigene Organe abgeschieden wird, die aus einer länglichen, platten Basis, einem runden Mittelstück und einem schmalen, kegelförmigen Obertheil bestehen und unter einer dünnen Haut eine bräunliche, breiartige Materie enthalten. Die äussere Bauchdecke ist bei beiden Asseln an jedem Bauchring in zwei Platten getheilt, die auf beiden Seiten des Körpers zwischen den Füfsen befestigt sind, unter dem Leibe frei über einander liegen

und durch eigene Muskeln so gehoben werden können, dafs sie sich von einander entfernen und den entwickelten Jungen einen Ausweg gestatten. *)

Auf solche unmittelbare Weise ernähren keine der geflügelten Insecten ihre Brut. Doch bereiten viele Hymenopteren für diese eine Speise, die sie mit den Eiern in den Zellen, worin dieselben sich entwickeln, verschliessen. Unter den Mollusken aber besitzen wieder die Anodonten eigene Organe zur Bereitung einer nährenden Materie für ihre Junge. Diese gelangen aus dem Eierstock durch zwei, unter oder neben dem innern Rand der beiden innersten Kiemenblätter liegende Oeffnungen in den, zwischen jedem Paar der Blätter befindlichen Zwischenraum. Auf der Oberfläche der Blätter bildet eine fibröse, schwammige Substanz zickzackförmige, mit dem innern Rand des Blatts parallele Streifen. Diese sind es, welche die ernährende Materie absondern, die sich durch eine Menge kleiner Oeffnungen, womit die äussere Haut der Kiemen auf ihrer, dem erwähnten Zwischenraum zugekehrten Seite durchlöchert ist, in diesen Raum ergiefst.

*) Eine durch Abbildungen erläuterte Beschreibung dieser Theile findet man in den Verm. Schriften von G. R. u. L. C. Treviranus. B. 1. S. 60. Die Entwickelung der Eier in der Bauchtasche ist von Rathke (Abhandl. zur Bildungs- und Entwickelungsgesch. des Menschen und der Thiere. Th. 1. S. 1) bei der Wasserassel beobachtet worden.

ZWÖLFTES BUCH.

Periodischer Wechsel

in den Erscheinungen des Lebens.

In der ganzen Natur finden periodische Veränderungen statt. Es giebt auf unserer Erde einen Wechsel von Jahres- und Tageszeiten, und die physischen Verschiedenheiten dieser Zeiten bestehen nicht nur in einem höhern und geringern Grade der Temperatur und einer stärkern und schwächern Beleuchtung, sondern betreffen auch den übrigen Zustand der ganzen Atmosphäre. Grade von den Einwirkungen, die jenem Wechsel unterworfen sind, ist aber das Leben aller organischen Wesen abhängig. Es mufs daher auch ein periodischer Wechsel der Lebenserscheinungen demselben entsprechen. Dieser zeigt sich vorzüglich an dem Wachen und Schlaf, worin das Leben aller Pflanzen und Thiere getheilt ist, und an der periodischen Lethargie, welcher viele derselben unterworfen sind. Ob jedoch dieser Wechsel blos Folge desjenigen ist, der in den äussern Einwirkungen vorgeht, oder ob er nicht auch nach einem, in der Autonomie des Lebens begründeten Gesetz erfolgt, wird sich aus den folgenden Untersuchungen ergeben.

Wachen und Schlaf.

Der Mensch ist wachend, wenn er in der Sinnenwelt lebt. Während dem Schlaf nehmen seine Sinne keine Eindrücke auf, überbringen keine dem Sensorium und geben keinen Antrieb zu willkührlichen Bewegungen. Aber die Verrichtungen des unbewufsten Lebens haben ihre Fortdauer. Ein Character des Schlafs ist daher Ruhe im Aeussern. Allein ein Thier, bei dem wir blofs diese finden, sind wir noch nicht befugt, für schlafend zu halten. Mehr Grund hierzu haben wir da, wo jene Ruhe periodisch zu gewissen Tageszeiten wiederkehrt, und noch mehr dann, wenn mit derselben ein Gegensatz im Zustand gewisser äusserer Organe gegen den sonstigen verbunden ist. Während der äussern Ruhe in den willkührlichen Bewegungsorganen des schlafenden Menschen findet nicht in allen diesen Theilen gänzliches Aufhören ihrer Wirksamkeit statt. Der Aufhebemuskel des obern Augenlids ist dann ausgedehnt, aber der ringförmige Muskel beider Augenlider zusammengezogen. Es sind überhaupt dann alle willkührliche Muskeln nicht ganz erschlafft, sondern in einem solchen Grade von Spannung, dafs keiner seinen Antagonisten ganz überwindet, aber auch nicht von diesem ganz überwunden wird. Wenn bei der periodischen Ruhe zugleich solche Gegensätze in der Thätigkeit äusserer Theile vorhanden sind, so läfst sich annehmen, dafs dieser Zustand dem Schlaf des Menschen ähnlich ist.

Alle Thiere, deren Lebensweise wir näher kennen, verfallen zu gewissen Zeiten, und zwar in der Regel zur Nachtzeit, in Unthätigkeit.*) Die nächtliche Stille wird nur durch das Geräusch weniger Thiere, die dann in Bewegung sind, gestöhrt. Bei allen Säugthieren und Vögeln verhalten sich auch während jener periodischen Unthätigkeit gewisse Theile anders als im Wachen. Die vierfüſsigen Thiere schlafen durchgängig liegend oder sitzend und meist so zusammengekugelt, daſs die Extensoren der äussern Gliedmaaſsen, die im Wachen am meisten angestrengt werden, mehr ausgedehnt als zusammengezogen sind. Auf den Hinterbacken sitzend und mit dem Kopf zwischen den Beinen schlafen mehrere der mäuseartigen Thiere.**) Die Pferde schlafen zwar im Stalle stehend. Der Schwerpunct ihres Körpers liegt aber auch so und ihre Beine sind so gebauet, daſs diese im ausgedehnten Zustande mit geringer Kraftäusserung den Körper aufrecht erhalten können, und die aufrechte Stellung im Schlafe ist ihnen nicht natürlich. Hingegen alle Vögel, nur die Wasservögel ausgenommen, die sitzend schlafen, stehen nicht nur immer im Schlafe, sondern stehen auch blos auf dem einen Beine, und manche halten sich dabei mit den Zehen auf einem Baum-

*) Auch die Wallfische sieht man zuweilen bei ruhigem Wetter zwischen dem Eise schlafen. Scoresby Account of the Arctic Regions. Vol. I. p. 469.

**) Marmota Bobac, Marm. Citillus, Mus Lagurus und Dipus Jaculus. Diese Springmaus schläft aber zuweilen auch auf der Seite oder auf dem Rücken liegend. Pallas Nov. spec. quadrup. e glir. ord. Ed. 1. p. 106. 132. 212. 288.

zweig oder einer andern Stütze. Diese Stellung scheint eine fortwährende grofse Muskelanstrengung zu erfordern. Die Vögel behaupten sich aber darin ohne Aufwand von Kraft, blos vermöge des Baues ihres Körpers. Sie stecken den Kopf unter den einen Flügel auf der Seite des Beins, worauf sie stehen. So fällt eine, von ihrem Schwerpunct herabgelassene senkrechte Linie grade in die Mitte der Zehen dieses Beins. Die Sumpfvögel halten dabei das Knie ungebogen und die Zehen ausgestreckt. Bei ihnen ist das Bein blos durch mechanische Kraft ausgestreckt, und nur zur Beugung desselben bedarf es der Anstrengung von Muskeln. Das obere Ende ihres Vorderbeins hat einen Fortsatz, der einer Höhlung des obern Endes des Schenkelbeins eingepafst ist und darin durch starke, straffe Bänder festgehalten wird. Solange keine Muskelkräfte auf diesen Knochen wirken, welche die Bänder ausdehnen und den Fortsatz aus der Höhlung treiben, ist das Bein von selber ausgestreckt. Der Mechanismus ist fast derselbe wie bei den zusammenschlagenden Taschenmessern. *) Die Raub-, Sing- und Klettervögel stehen im Schlaf auf dem einen Bein mit gebogenen Knien und eingezogenen Zehen. Bei ihnen läuft vom Schaambein ein dünner, schmaler Muskel über die innere Seite des Schenkelbeins und setzt sich in eine lange, dünne Sehne fort, die über die Kniescheibe geht und sich mit den Sehnen der durchbohrten

*) Wenigstens verhält es sich so beim Storch nach Dumeril. Bulletin des sc. par la Soc. philom. de Paris. An 7 de la Republ. N. 25. p. 4.

Beugemuskeln der zweiten und dritten Zehe verbindet. Wenn das Knie gebogen wird, so zieht sich das äussere Ende jener Sehne zurück und die Zehen werden von ihr gekrümmt. *)

Durch eine ähnliche Einrichtung scheint es den Faulthieren und Fledermäusen möglich gemacht zu seyn, sich ununterbrochen während langer Zeit im Schlafe an den Krallen der Vorderfüſse schwebend zu erhalten. Wenn sich in diesen Füſsen der Fledermäuse die nehmliche Vertheilung der Blutgefäſse in parallele Zweige finden sollte, die es darin bei den Faulthieren giebt, so ist es eher glaublich, daſs die-

*) Diese Erklärung rührt von Borelli (De motu animal. P. I. prop. 146 sq.) her. Dagegen wurde von Vicq-D'Azyr (Mém. de l'Acad. des sc. de Paris. A. 1774. p. 513) eingewendet: Die Sehnen der durchbohrten Beugemuskeln der Zehen erstreckten sich nur bis zu den ersten Zehengliedern; die Anspannung der Sehne des Schenkelmuskels beim Krümmen des Knies könnte nicht ohne Einfluſs auf diesen Muskel bleiben, durch dessen Zusammenziehung die Zehen ohnehin schon gebeugt werden müſsten, und die Raubvögel streckten auch bei gebogenem Knie die Zehen aus. Diese Einwürfe sind aber von keinem Gewicht. Es ist unrichtig, daſs die Sehnen der durchbohrten Beugemuskeln der Zehen nicht weiter als bis zu den ersten Zehengliedern gehen. Der erwähnte Schenkelmuskel kann freilich durch die Beugung des Knies und die Anspannung seiner Sehne zum Zusammenziehen gebracht werden und mit beitragen, die Zehen zu beugen. Wahrscheinlich gerathen dadurch auch noch andere Muskeln des Beins consensuell mit in Thätigkeit. Es kömmt aber hier nicht darauf an, ob Muskelkräfte bei der Bewegung mitwirken, sondern ob diese Kräfte durch eine mechanische Ursache in Thätigkeit gesetzt werden. Endlich daraus, daſs die Raubvögel ihre Zehen bei gekrümmtem Knie ausstrecken können, läſst sich nichts weiter schliessen, als daſs die Federkraft der Beugemuskelsehnen der Zehen durch eine stärkere Gegenwirkung der Streckmuskeln dieser Theile überwunden werden kann.

selbe mit der Abwesenheit aller Muskelanstrengung während jenem Schweben in Verbindung steht, als dafs sie, wie W. Vrolik*) vermuthet hat, auf die Erhaltung der Muskelkraft, die dabei aufgewendet würde, abzwecken sollte. Es gilt ohne Zweifel von allen Thieren, dafs sie während des Schlafs die Stellung annehmen, die am wenigsten Anstrengung erfordert. Die Polypen dehnen sich weit aus, wenn sie ihre Beute erhaschen wollen, und ziehen sich gewaltsam zusammen, wenn ein ungewöhnlicher Eindruck auf sie wirkt. Hat nichts auf sie Einflufs, was sie aufregt, so sind sie in einem Mittelzustand von Ausdehnung und Zusammenziehung.

Die Säugthiere und Vögel schlafen auch in der Regel mit geschlossenen Augen. Nur von dem Hasen erzählt man, er halte die Augen im Schlafe offen. Ich weifs nicht, ob dies gegründet ist. Pallas**) sagt: er habe den Lepus pusillus, wenn derselbe ruhete, nie mit geschlossenen Augen angetroffen. Dies scheint zwar jene Erzählung zu bestätigen. Pallas setzt aber hinzu: dieser Hase schlafe sehr wenig. Vielleicht sahe er ihn also nie wirklich schlafen. Die mehresten Schlangen, die Fische und die sämmtlichen wirbellosen Thiere können wegen des Mangels an Augenlidern nicht anders als mit offenen Augen schlafen. Von unsern Deutschen Schlangen sagt

*) Disquis. de peculiari arteriarum extremitatum in nonnullis animalibus dispositione. Amstelod. 1826.

**) A. a. O. p. 35.

Lenz:*) er habe sie oft bei Tage, oder Nachts bei Mond- oder Kerzenscheine beschlichen, aber nie gefunden, dafs sie von dem, was sich ihnen näherte, nichts bemerkt hätten. Der Schlaf dieser Thiere mufs also weniger tief als der der Säugthiere und Vögel seyn. Viele andere Amphibien sind im Stande, die Augen zu schliessen. Es ist aber nicht ausgemacht, dafs sie im Schlafe von diesem Vermögen Gebrauch machen. Manche Eidechsen sitzen freilich, wenn sie sich von der Sonne bescheinen lassen, mit geschlossenen Augen.**) Allein sie schützen dann vielleicht die Augen nur vor dem Einflufs der Sonnenstrahlen, ohne wirklich zu schlafen.

Die Pflanzen, nur mit Ausnahme des Hedysarum gyrans, verrathen im Aeussern keinen Wechsel von Ruhe und Thätigkeit. Doch giebt es auch bei ihnen in der Stellung ihrer Organe Gegensätze, welche bei den meisten ebenfalls in den Perioden eintreten, worin die mehresten Thiere wachen und schlafen. Alle Pflanzen verändern vom Morgen bis zum Abend die Stellung ihrer Blätter und Blumen. Am gröfsten ist der Wechsel in der Stellung jener Theile bei den Gewächsen mit zusammengesetzten Blättern, z. B. den Mimosen, Acacien, Robinien, Coluteen, Gleditschien und mehrern Schotenpflanzen. Die Blättchen derselben legen sich im Schlafe entweder ganz oder

*) Schlangenkunde. S. 67.

**) F. Meisner, das Museum der Naturgesch. Helvetiens in Bern. N. 6. S. 47.

theilweise, und im letztern Fall in der Form von Dachziegeln, über einander, oder kommen bei einigen mit den Spitzen, bei andern mit der Basis zusammen. Die Pflanzen mit einfachen Blättern schlafen, indem sich diese Theile entweder aufrichten oder senken, und in beiden Fällen ihre gegenseitige Stellung so verändern, dafs sie bald ein Dach, bald einen Trichter bilden. Die Blumen richten sich auf und senken sich, öffnen und schliessen sich nach den verschiedenen Tageszeiten. Für die meisten ist der Mittag die Zeit der stärksten Aufrichtung und Entfaltung. Aber manche machen hiervon eine Ausnahme. Verschiedene Cactusarten und die mehresten Oenotheren erheben und öffnen sich um Mitternacht. Es giebt überhaupt keine Tageszeit, zu welcher nicht einzelne Pflanzenarten blühen, die in den übrigen Stunden geschlossen sind. Nach diesen Arten bestimmte Linné seine Blumenuhr. *)

Solche Ausnahmen von dem gewöhnlichen Verhalten in Rücksicht auf die Zeit des Schlafs finden sich auch in jeder Thierclasse. Unter den Säugthieren und Vögeln sind nicht wenig Arten, die des Nachts ihrer Nahrung nachgehen und am Tage schlafen. Es giebt unter ihnen selbst sehr verwandte Arten, die sich in Betreff der Zeit des Schlafs auf ganz verschiedene Weise verhalten. Die mehresten Nagethiere schwärmen des Nachts herum und schlafen am Tage. Hingegen die Zieselmaus (Marmota Citillus) schläft

*) Biol. B. 5. S. 191. §. 2.

schon bei der Abenddämmerung ein und liegt die ganze Nacht hindurch im festesten Schlaf. *) Einige Schmetterlinge fliegen blos am Tage, andere in der Dämmerung, und noch andere in der Nacht. Manche Insecten sind, wie mehrere Blumen, nur zu gewissen Zeiten des Tages wachend, und grade solche gehören vorzüglich zu diesen, die sich vom Saft der Blumen nähren, z. B. die Syrphus-Arten.

Hätten auf dieses verschiedene Verhalten der Thiere und Pflanzen nicht noch andere Ursachen als das Licht Einflufs, und erfolgte der periodische Wechsel von Wachen und Schlaf nicht auch ohne äussere Veranlassung, so würde sich die Einwirkung eines gewissen Grades des Lichts, die nach der Verschiedenheit der Arten verschieden wäre, für die Ursache des Wachens annehmen lassen. Man würde dann voraussetzen dürfen, dafs mit dem Aufhören dieses Einflusses das Thier und die Pflanze in den Embryonenzustand versänke. Allein wir fühlen uns durch die Dunkelheit der Nacht nicht zum Schlafe gezwungen, sondern nur dazu eingeladen, und alle Thiere lassen sich zu der Zeit, wo sie gewöhnlich schlafen, durch äussere Reize wachend erhalten. Noch viele andere Ursachen als Mangel an Licht, z. B. Sättigung, übermäfsige Wärme und Kälte, Einförmigkeit der Sinnenreize, Langeweile, körperliche und geistige Abspannung, machen zu jeder Tageszeit schläfrig. Die Zieselmaus, die gewöhnlich nur des Nachts ruhet, schläft bei Regenwetter und Sturm auch

*) Pallas a. a. O. p. 132.

am Tage ein. *) Die Blumen der Calendula pluvialis sind bei trocknem Wetter vom Morgen bis zum Nachmittag offen, am Abend und des Nachts geschlossen. Sie bleiben aber den ganzen Tag geschlossen, wenn Regenwetter bevorsteht. Die Blätter der reizbaren Mimosen richten sich beim Anbruch des Tages auf, sind in der stärksten Erection bei der Einwirkung der Mittagsonne und legen sich bei Sonnenuntergang zusammen. Sie thun aber das Letztere auch beim Einflufs mechanischer und chemischer Reize. Bei Versuchen, die Decandolle über die Wirkung eines künstlichen Lichts und der Finsternifs auf den Schlaf der Pflanzen machte, öffnete und schlofs sich die Mimosa leucocephala sowohl beim Lampenlicht als in der Finsternifs um die gewöhnliche Zeit; nur war das Schliessen am Abend nicht so vollständig wie in der freien Luft. **) Die Blätter mancher Pflanzen, z. B. von Robinia Pseudacacia und Gleditschia triacantha, nehmen auch im Herbst gegen die Zeit des Abfallens der Blätter dieselbe Stellung wie im Schlafe an. Durch Ausziehen der Luft, die im Innern der Pflanzen enthalten ist, werden diese in einen krankhaften Zustand versetzt, wobei der gewöhnliche Wechsel von Wachen und Schlaf gar nicht mehr, oder nur noch in vermindertem Grade statt findet, und die Empfänglichkeit der reizbaren Mimose für die Einwirkungen, welche sie veranlassen, zur Tageszeit ihre Blätter zu schliessen, aufgehoben ist. ***)

*) Pallas a. a. O. — **) Biol. B. 5. S. 195.
***) Du Trochet, Annales des sc. natur. T. 25. p. 254.

In diese Thatsachen läfst sich nur Einheit bringen, wenn man voraussetzt, dafs Wachen und Schlaf Folgen innerer Veränderungen des thierischen und vegetabilischen Körpers sind, deren Eintritt zwar durch äussere Anlässe, vorzüglich durch einen gewissen Grad der Ab- und Zunahme des Tageslichts befördert wird, die aber auch davon unabhängig, nur ohne sie in weniger regelmäfsigen Perioden erfolgen. Das Thier schläft ein entweder aus Ermüdung, wenn die Kräfte der Organe des unbewufsten Lebens durch Anstrengung erschöpft sind; oder aus Mangel an Aufregung dieser Organe durch äussere Reize; oder wenn Werkzeuge des unbewufsten Lebens des Kraftaufwandes bedürfen, der sonst den übrigen zukommen würde. Die Seele zieht sich zurück aus dem Leben in der Sinnenwelt, um so für den Körper zu wirken, wie sie für ihn, während er noch im Embryonenzustande war, wirkte, und besonders um die Organe des unbewufsten Lebens in Stand zu setzen, die Kraft und regelmäfsige Thätigkeit der Werkzeuge des bewufsten Lebens während dem Wachen zu erhalten. Daher ist der Schlaf der Zustand, und die Nacht, während welcher dieser Zustand für die meisten lebenden Wesen eintritt, die Zeit, worin sich alle grofse, ohne Bewufstseyn vorgehende organische Veränderungen ereignen. Die Crisen der Krankheiten erfolgen durchgängig im Schlafe, und der Impuls zur Geburt tritt nicht nur beim Menschen, sondern auch bei den Thieren meist in der Nacht ein.

Alle Erscheinungen des Schlafs deuten daher auch auf Zunahme der Energie der Kräfte, wodurch der Blutumlauf, das Athemhohlen und die Assimilation unterhalten werden. Es sind zwar die Meinungen der Aerzte über die Beschaffenheit des Pulses, der thierischen Wärme und des lymphatischen Systems im Schlafe nicht übereinstimmend. Die Verschiedenheit derselben rührt aber von der Verschiedenheit der Zeit her, worin man die Erscheinungen des Schlafs beobachtete. Manche Schriftsteller haben den Puls für schwächer und die thierische Wärme für geringer im Schlafe als im Wachen angegeben. Diese Angabe paſst freilich oft auf den Anfang, aber nie auf die letzte Periode eines gesunden Schlafs. Nach einer gewissen Dauer desselben gehen alle Functionen des unbewuſsten Lebens langsamer, aber weit energischer als im Wachen vor sich. Der Puls wird dann voller und stärker, das Athemhohlen tiefer und die thierische Wärme höher. Die Ausdünstung nimmt zu, und die Secretionsorgane sondern zwar nicht alle eine gröſsere Quantität Säfte, wohl aber mehr concentrirte im Schlaf als im Wachen ab. Dabei zieht sich das Blut von den Organen des bewuſsten Lebens zurück und häuft sich in den übrigen an. Das Gehirn dehnt sich im Wachen aus und fällt im Schlaf zusammen. Bei einem Mädchen, dessen Schädelknochen durch Knochenfraſs zum Theil so zerstöhrt waren, daſs das Gehirn ganz entblöſst lag, quoll dieses beim Erwachen hervor und sank beim Einschlafen. Während dem ruhigen Schlaf war die Senkung am stärksten. Bei lebhaften Träumen fand

Turgor darin statt.*) Das Blut, das im Wachen dieses Eingeweide anschwellen macht, mufs also im Schlafe zu andern Theilen fliessen.

Für die Pflanzen giebt es keinen Gegensatz von bewufstem und unbewufstem Leben, wohl aber ein entgegengesetztes Verhalten gegen die Atmosphäre beim Einflufs des Lichts und in der Dunkelheit. Sie hauchen am Tage mehr Sauerstoffgas als kohlensaures Gas, in der Dunkelheit mehr kohlensaures Gas als Sauerstoffgas aus. Mit diesem verschiedenen Athmen kann ein Gegensatz in der Thätigkeit der vegetabilischen Organe in Verbindung stehen, der sich in dem entgegengesetzten Zustand der Blätter und Blumen während des Wachens und Schlafs äusserlich zu erkennen giebt. Diese Theile nehmen zwar dieselbe Stellung, worin sie bei der Entziehung des Lichts gerathen, auch am Sonnenlicht bei der Einwirkung mechanischer und chemischer Reize an, und es giebt bis jetzt keine Erfahrungen, die beweisen, dafs sie am Lichte schlafend eben so respiriren, wie andere Gewächse zur Nachtzeit; im Gegentheil sagt Sennebier:**) er habe gesehen, dafs die zusammengelegten gefiederten Blätter der Robinia Pseudacacia unter Wasser am Sonnenlicht viel Sauerstoffgas geliefert hätten. Allein auf diese Erfahrung ist wohl nicht viel zu bauen. Sie ist von Sennebier sehr oberflächlich

---

*) Pierquin in der Neuesten med. chirurg. Journalistik des Auslandes, herausg. von Behrend und Moldenhawer. 1830. II. 9. S. 393.

**) Physiol. végétale. T. IV. p. 319.

erzählt, und es bleibt dabei unentschieden, ob nicht die Robinie im Wachen eine noch gröfsere Menge Sauerstoffgas als im Schlaf, und in dem letztern Zustande eine gröfsere Menge kohlensauren Gas als in dem erstern liefert.

Der Schlaf des Menschen und der Thiere hat Modificationen, doch beim gesunden Menschen keine andere, als dafs er oft durch Träume unterbrochen ist, durch ein ungeregeltes Wirken der Phantasie, wovon häufig Erinnerung in den wachenden Zustand übergeht. Man hat vermuthet, jeder Schlaf sey von Träumen begleitet, deren wir uns nur nach dem Erwachen nicht immer mehr erinnerten. Wenn man aber unter Träumen nicht alles Wirken der productiven Einbildungskraft versteht, das nicht durch sinnliche Eindrücke vermittelt ist, so ist diese Meinung unrichtig. Kein Schlaf erquickt, wobei ununterbrochenes Träumen statt findet: denn nur dadurch werden im Schlaf die körperlichen Kräfte wieder gehoben, dafs in ihm die Seele für den Körper auf eine Art thätig ist, wovon keine Erinnerung in den wachenden Zustand übergehen kann.

Eine krankhafte Modification des Schlafs für den Menschen, aber wohl nicht für die Thiere, ist der Schlafwandel, eine Art des Schlafs, worin die Empfänglichkeit für Eindrücke der Sinnenwelt nur einseitig aufgehoben ist und welchen Träume begleiten, die der Wirklichkeit entsprechen. Er tritt beim Menschen meist nur um die Zeit der Pubertät ein, und läfst sich oft künstlich durch gewisse Manipulationen herbeiführen, die auf electromagnetische Art zu wirken

scheinen. Der Kranke sieht nicht in diesem Zustande, aber benimmt sich wie sehend, und höret oft nur gewisse Töne, während andere gar nicht von ihm empfunden werden. Er hat Ahnungen künftiger Ereignisse, die jedoch fast immer mit Phantomen vermischt sind. Ueberhaupt kömmt dieser Zustand beim Menschen selten oder nie so rein vor, dafs es möglich ist, Wahrheit und Täuschung dabei sicher zu unterscheiden. Es ist aber eine Aehnlichkeit desselben mit solchen Aeusserungen des Instincts der Thiere, die sich auf Gegenstände, wovon ihre Sinne noch nicht gerührt wurden, oder auf die Zukunft beziehen, nicht zu verkennen.

Periodische Lethargie.

Die Pflanzen und Thiere sind zum Theil nicht nur einem Wechsel in der Thätigkeit verschiedener organischer Systeme zur Tages- und Nachtzeit, sondern auch einer Unterbrechung der Aeusserungen des Lebens in gewissen Jahreszeiten unterworfen. Diese periodische Lethargie findet in den kältern Zonen bei allen Pflanzen, allen wirbellosen Thieren mit Ausnahme derer, die das Meer bewohnen, und vielleicht einiger wenigen der übrigen, den mehresten Amphibien, vielleicht auch einigen Fischen, aber nur wenigen Säugthieren, und keinem Vogel, als nur zufällig, statt. In der heissen Zone werden dagegen viele Pflanzen und manche Thiere zur Zeit der gröfsten Hitze und Dürre lethargisch. Es ist also ein Winter- und Sommerschlaf, dabei aber auch noch die regelmäfsige periodische Erstarrung von der zufälligen zu unterscheiden. Jene ist für die Pflanzen und Thiere, die darin verfallen, ein eben so nothwendiger Zustand wie der tägliche Schlaf, und wie dieser hat derselbe ebenfalls zwar äussere Bedingungen, ist aber nicht ganz von denselben abhängig, und steht nicht bei jeder Pflanzen- und Thierart zu ihnen in einerlei Verhältnissen.

Im Winterschlaf der Pflanzen hören alle Lebensbewegungen auf. Er kündigt sich bei den mehresten durch Abfallen der Blätter an, und an diesem Ereignifs zeigt sich vorzüglich die Unabhängigkeit des Eintritts jenes Schlafs von äussern Ursachen. Es giebt

in einerlei Pflanzengattung Arten mit perennirenden und andere mit abfallenden Blättern. Die sich entlaubenden Pflanzen verliehren ihre Blätter eben sowohl um die gewöhnliche Zeit im Gewächshause als in der freien Luft. Ein Zweig eines Baums mit perennirenden Blättern, z. B. des Prunus Laurocerasus, der auf den Stamm eines andern mit abfallenden Blättern, z. B. des Prunus Padus, gepfropft ist, behält seine Blätter im Winter, nachdem der andere sie abgeworfen hat. Manche, selbst zarte Pflanzen, z. B. Phytolacca icosandra, bleiben belaubt bis zu der Zeit, wo sie den Cyclus ihrer Vegetation vollendet haben, wenn sie auch von frühen Nachtfrösten getroffen werden. Es sind mit der Entblätterung organische Veränderungen der Blätter und Blattstiele verbunden, z. B. ein Verholzen der Fasern dieser Theile. Von solchen Umwandelungen wird aber das Abfallen der Blätter nur begleitet, nicht verursacht: denn sie treten auch bei denen Gewächsen ein, die ihr Laub im Winter behalten. Nicht auf allen Bäumen vertrocknen die Blätter vor dem Abfallen. Bei manchen sind sie um die Zeit dieser Veränderung noch saftreich.*) Die innere Ursache ist von höherer als materieller Art. Der Cyclus des Wirkens der Vegetabilien in jedem Jahr trifft mit dem zusammen, in welchem die äussern Bedingungen des Pflanzenlebens gegen-

*) Mehrere andere, minder wichtige Beobachtungen hierüber enthält J. A. Murray's Aufsatz über das Abfallen der Blätter von den Bäumen in den Nov. Commentar. Soc. scient. Goetting. T. 2, P. 1. p. 27, und in dessen Opusc. Vol. 1. p. 105.

wärtig sind und aufhören. Jener wird zwar verändert, wenn dieser nicht bleibt. Aber jede Pflanze, die im Winter getrieben wird, beweist, dafs Verrückung der Perioden des Wachsthums und der Ruhe einen nachtheiligen Einflufs auf die Gesundheit und das Leben der Gewächse hat. Deswegen lassen sich die Pflanzn der kalten Zonen nur noch künstlich in den wärmern Climaten unterhalten, wo sie nicht eine so lange winterliche Ruhe wie in ihrem Vaterlande haben.

Die Erscheinungen, die im Herbste dem Winterschlafe und im Frühjahr dem Wiedererwachen der Pflanzen vorhergehen, sind auch sehr verschieden von denen, welche eintreten, wenn diese während ihres Wachsthums durch Entziehung der Bedingungen desselben in Unthätigkeit versetzt werden. Dem Gewächs, welchem Wasser und Wärme entzogen sind, verwelken und verdorren die Blätter mit den Knospen, und erhohlt es sich wieder vor dem gänzlichen Absterben, so treibt es neue Knospen nicht zuerst aus den Zweigen, die meist verlohren gehen, sondern aus dem Stamm oder der Wurzel. Hingegen beim Abfallen der Blätter im Herbst sind die Knospen für das künftige Laub schon gebildet, und im Frühjahr sind es die äussersten Zweige, die sich zuerst belauben. Jede Pflanze hat dabei ihre eigenen Gesetze in Rücksicht auf die Zeit der Entblätterung, der Entwickelung der Knospen, der Entfaltung derselben und des Verhältnisses der Zeit der Belaubung gegen die des Blühens. Die Eichen verliehren spät im Herbste ihr Laub und treiben spät im Frühjahre neue Blätter.

Die in unsern Gegenden einheimischen Ribes- und Rubusarten verhalten sich auf die entgegengesetzte Weise. Ueberhaupt entlauben sich von den mehresten baumartigen Gewächsen die am frühesten ausschlagenden auch am frühesten, die später sich belaubenden später. Von den strauchartigen Pflanzen hingegen stehen viele nicht unter dieser Regel. Bei den mehresten Gewächsen folgen die Blüthen den Blättern; hingegen bei den Schlehen, Haselnüssen, Erlen, Weiden u. s. w. die Blätter den Blüthen.

In denen Gegenden der heissen Zonen, wo regelmäfsig während einer gewissen Zeit des Jahres Dürre herrscht, gerathen manche der dortigen Pflanzen zu dieser Zeit eben so in einen lethargischen Zustand wie bei uns im Winter. Ob indefs diesem Sommerschlaf ähnliche Veränderungen des vegetabilischen Körpers vorhergehen und folgen wie bei uns dem Winterschlaf, darüber sind mir keine genaue Beobachtungen bekannt. Wenn in unserm Clima anhaltende Dürre das vegetabilische Leben hemmet, so hat diese Unterbrechung immer einen nachtheiligen Einflufs auf die Gesundheit der Individuen, obgleich bei manchen derselben dadurch das Blühen und das Ansetzen der Früchte beschleunigt und selbst bei sonst unfruchtbaren Fruchtbarkeit bewirkt werden kann.

Aehnliche Gesetze wie für die Lethargie der Pflanzen gelten für die der Thiere. Nur ist dieser Zustand bei den letztern in den kältern Erdstrichen nicht so allgemein wie bei den erstern. Es giebt gar keine Vögel und nur wenig Säugthiere, die regel-

mäfsig den Winter schlafend zubringen. Von den Säugthieren gehören dahin: der braune Bär (Ursus Arctos), der Dachs (Meles Taxus), der Siebenschläfer (Myoxus Glis), die grofse und kleine Haselmaus (Myoxus Nitedula et avellanarius), der Hamster (Cricetus vulgaris), die Siberische und Canadische Springmaus (Dipus Jaculus et canadensis), das Murmelthier (Marmota Bobac), der Ziesel (Marmota Citillus), die herumschweifende Maus (Mus vagus), die Birkenmaus (Mus betulinus), der Igel (Erinaceus europaeus), die gemeine Fledermaus (Vespertilio murinus), die Speckfledermaus (Vespertilio Noctula) und vielleicht noch andere Fledermäuse. *)

---

*) Die Bemerkungen über den Winterschlaf dieser Säugthiere, die ich im Folgenden mittheilen werde, sind, wo nicht auf andere Quellen verwiesen ist, die Resultate, die sich mir aus einer Vergleichung folgender Beobachtungen ergeben haben: Sulzer's (Versuch einer Naturgesch. des Hamsters. Gött. u. Gotha 1774. S. 168 fg.) über den Hamster; Pallas (Nov. spec. quadrup. Ed. 1. p. 85. 104. 135. 292) über den Hamster, den Bobac, den Ziesel, die Siberische Springmaus, die herumschweifende Maus und die Birkenmaus; Barrington's (Miscellanies. Lond. 1781. p. 163) über die Fledermaus; Mangili's (Saggio d'Osservazioni per servire alla storia dei Mammiferi soggetti a periodico letargo. Milano 1807. Uebers. in Reil's und Autenrieth's Archiv für d. Physiol. B. 8. S. 427) über das Murmelthier, den Siebenschläfer, die Hasel- u. Fledermaus; Saissy's (Recherches expériment. sur la Physique des Animaux mammifères hybernans. Lyon 1808) über die grofse Haselmaus, das Murmelthier, den Igel und die Fledermaus; Reave's (An Essay on the Torpidity of Animals. London. 1809) über das Murmelthier, den Hamster, den Igel und die Fledermaus; Prunelle's (Annales du Mus. d'Hist. nat. T. 18. p. 20. 302) über den Bär, die grofse Haselmaus, das Murmelthier, den Igel und die Fledermaus; Berger's (Mém. du Mus. d'Hist. nat. T. 16. p. 247) über die grofse und kleine Haselmaus, das Murmelthier und die Fledermaus; J. Murray's (in

Der Winterschlaf ist aber nicht bei allen diesen Thieren von gleicher Art. Der des Bären und Dachses gleicht mehr einem langen gewöhnlichen Schlaf als einer Erstarrung, und dauert nicht ununterbrochen fort. Beim Weibchen des Bären wird er schon dadurch gestöhrt, dafs dieses im Januar Junge wirft. Ueber eine dabei statt findende Schwächung des Herzschlags, des Athemhohlens und der thierischen Wärme giebt es keine Erfahrungen. Doch haben jene beiden Thiere das mit den eigentlichen lethargischen Säugthieren gemein, dafs sie im Herbste sehr fett werden und den gröfsten Theil des Winters hindurch blos von dem angehäuften Fette zehren.

Bei den eigentlichen lethargischen Thieren fängt gleich mit dem Eintritt des Schlafs Schwächung des Herzschlags und des Athemhohlens, und Abnahme der thierischen Wärme an. In der gröfsten Tiefe desselben liegen diese Thiere zusammengekugelt mit geschlossenen Augen und zusammengedrückten Kinnladen, ohne bemerkbare äussere Zeichen von Umlauf des Bluts und Thätigkeit der Lungen. Ihre innere Wärme gleicht der des Mediums, worin sie sich befinden, und geht bei der Haselmaus, dem Murmelthier, dem Igel und der Fledermaus höchstens bis 4° R. Die Thätigkeit des Magens und der übrigen Verdauungsorgane ist aufgehoben. Die Muskeln sind steif wie nach dem Tode und reagiren, wenn sie nebst ihren

---

Brewster's Edinburgh Journ. of science. Vol. 4. p. 317) über die kleine Haselmaus, und Davis's (Transact. of the Linnean. Soc. T. 4. p. 156) über die Canadische Springmaus.

Nerven in diesem Zustand von dem Thier getrennt werden, sehr schwach gegen die stärksten Reizmittel.*) Das Blut aber bleibt ungeronnen und das Fett unerstarret. Das Thier verliehrt in der Lethargie etwas an Gewicht. Allein es würde auch als ganz lebloser Körper ausdünsten und leichter werden. Vielleicht ist sogar die Ausdünstung bei dem erstarrten Thier geringer als bei einem todten von gleicher Art und Gröſse. Unter einem Recipienten mit atmosphärischer Luft bringt jenes nur eine geringe Aenderung in der Mischung der Luft hervor, und in mephitischen Gasarten stirbt dasselbe weit später als während dem regen Leben. Es dauert aber die Erstarrung in ihrem höchsten Grade nicht bei allen lethargischen Thieren ununterbrochen fort, und sie erreicht nicht bei allen einen gleich hohen Grad. Die Murmelthiere erwachen daraus eben so fett wie sie beim Einschlafen waren. Hingegen die Zieselmäuse, die ebenfalls strotzend von Fett einschlafen, kommen im Frühjahr ganz abgemagert aus ihren Höhlen hervor.

Die lethargischen Säugthiere verhalten sich gegen die Kälte wie Thiere der wärmern Climate. Sobald die Temperatur der Luft bis auf einen gewissen Grad sinkt, nehmen ihre Lebensbewegungen ab. Hält die

*) Saissy (a. a. O. p. 97) findet es merkwürdig, daſs bei dieser Erstarrung die Beugemuskeln zusammengezogen, die Streckmuskeln ausgedehnt sind. Bei der Steifheit des Leichnams findet, seiner Meinung nach, das Gegentheil statt. Allein wenn der Körper im Tode zusammengekugelt ist, so erstarrt er ebenfalls nachher mit ausgedehnten Streckmuskeln.

Kälte an, während sie der freien Luft ausgesetzt und nicht auf den Winterschlaf vorbereitet sind, so sterben sie eben sowohl wie jene. Sie erfrieren selbst im Winterschlafe, wenn sie aus dem Ort ihres gewöhnlichen Aufenthalts plötzlich an die freie Luft bei strenger Kälte gebracht werden und darin bleiben. Sie haben nur das Eigene, dafs sie die Erstarrung von plötzlicher Einwirkung der Kälte länger als Thiere der wärmern Erdstriche ertragen können, und dafs die Kälte ihnen nicht nachtheilig wird, wenn dieselbe allmählig auf sie einwirkt, während sie sich schlafend in ihrem Winteraufenthalte befinden. Die lethargischen Nagethiere bereiten sich hierzu Höhlen unter der Erde, die sie sorgfältig verstopfen. Der Igel wühlt sich unter einem Haufen zusammengetragener Blätter in die Erde. Die Fledermäuse begeben sich in hohle Bäume, Erdhöhlen und altes Gemäuer. Es sind überhaupt die Schlafstellen aller dieser Thiere Oerter, wo eine Temperatur herrscht, die gleichförmiger als die der freien Luft ist und an den Veränderungen der letztern nur langsam Theil nimmt, und wo sie nicht von Zugluft getroffen werden. Von dieser und jeder andern, plötzlichen Veränderung der Temperatur werden sie geweckt. Sie erwachen eben sowohl, wenn sie aus ihrem Winteraufenthalt einer gröfsern Kälte ausgesetzt werden, als wenn man sie erwärmt. Um einen schnellen Wechsel der Temperatur in ihren Gruben zu verhindern, nicht aber etwa wegen des Bedürfnisses einer eingeschlossenen, mephitischen Luft verstopfen die Murmelthiere, Hamster u. s. w. diese im Herbste sehr sorgfältig.

Der Grad der Temperatur, wobei diese Thiere in Erstarrung gerathen, ist nicht für alle gleich. Nach Saissy ertragen die Murmelthiere mehrere Stunden eine Kälte von — 8° R. ohne ihre Lebhaftigkeit zu verliehren. Der Igel und die Fledermaus schlafen bei — 5° bis — 6° ein. Die Birkenmaus erträgt nach Pallas kaum eine Temperatur unter + 12½ ° R. ohne lethargisch zu werden, und die herumschweifende Maus erstarret noch im Juny, so oft ein kalter Wind wehet. Es giebt in dieser verschiedenen Empfänglichkeit für die Einwirkung der Kälte nicht nur specifische, sondern auch individuelle Verschiedenheiten. Auch hat die Lebensweise darauf Einfluſs. Eine Zieselmaus, die Pallas im Herbste reichlich mit Brod gemästet hatte, hielt sich den ganzen Winter hindurch in einer Temperatur wach, die zuweilen bis — 16° betrug. Der Igel hingegen verfällt auch bei reichlicher Nahrung in den Winterschlaf. Der Bobac bringt selbst im warmen Zimmer den Winter meist schlafend und ohne Nahrung, doch nur natürlich schlafend zu. Das Murmelthier, der Hamster und die kleine Haselmaus bleiben des Winters im warmen Zimmer und bei angemessener Nahrung meist wach. Sie erfrieren aber, wenn man sie aus der Wärme in die Frostkälte bringt, und die kleine Haselmaus überlebt, wie Murray beobachtete, wenn sie keinen Winterschlaf gehalten hat, nicht das folgende Jahr. Alle diese Thiere schlafen an den Stellen, die sie sich im Zustande der Freiheit zu ihrem Winteraufenthalte wählen, wahrscheinlich bei einer Temperatur, wodurch sie in der Gefangenschaft

noch nicht lethargisch werden. Berger glaubt, und wohl mit Recht, dafs die Temperatur der Höhlen, worin die Murmelthiere im Winter liegen, immer zwischen 2° bis 3° R. bleibt.

Einige Thiere, die sonst nicht in den Winterschlaf verfallen, können durch Veränderung ihrer Constitution desselben ebenfalls fähig gemacht werden. Die gewöhnliche schwartze Hausmaus (Mus Musculus) wird entweder gar nicht, oder nur bei einer sehr strengen Kälte, hingegen die weisse Abart derselben, nach Pallas, schon bei einer Kälte, die noch über dem Gefrierpunct ist, lethargisch. In Island, wo die Schaafe nicht gewartet werden, liegen sie des Winters unter dem Schnee und in Buschwerk vergraben. *) In Cumberland, Westmoreland und den Hochländern von Schottland bringen sie, nach Reeve, oft vier bis fünf Wochen unter dem Schnee zu. Sie würden dort nicht am Leben bleiben, wenn sie sich nicht in einem gewissen Grade von Erstarrung befänden. Wie diese Thiere so halten auch noch einige andere in gewissen Gegenden Winterschlaf, in andern nicht. Die nehmlichen Thiere, die in Pensylvanien und andern kältern Ländern der Nordamericanischen Staaten des Winters in Erstarrung verfallen, werden nicht in Carolina und andern südlichern Ländern lethargisch. **) Von den Schwalben, die sonst der Regel nach immer im Herbst aus ihrem nördlichen Sommeraufenthalt gen Süden

*) Fabricius in Voigt's Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgesch. B. 9. St. 4. S. 81.

**) Barton, American Philos. Transact. Vol. IV.

ziehen, um der Winterkälte zu entgehen, ist es wohl gewifs, dafs einzelne Individuen oft zufällig zurückbleiben, den Winter erstarrt zubringen und im Frühjahre wieder aufleben. Man erzählte in frühern Zeiten, die Schwalben schliefen den Winter hindurch im Schlamm unter dem Wasser. Guénau de Montbeillard*) und die, welche ihm nachschrieben, hatten darin Recht, dafs diese Erzählungen keinen Glauben verdienen. Dagegen aber lassen sich die Erfahrungen nicht verwerfen, nach welchen einzelne Schwalben, die man des Winters erstarrt in hohlen Bäumen und andern Schlupfwinkeln über der Erde fand, ins Leben zurückkamen. Neuere Fälle dieser Art sind unter andern von Pallas,**) C. A. Schmid***) und C. Smith†) bekannt gemacht. Spallanzani will zwar durch Versuche ausgemacht haben, dafs die Schwalben in der Frostkälte umkommen. Er setzte aber diese Vögel der Kälte plötzlich aus. Der Erfolg würde wahrscheinlich von anderer Art gewesen seyn, wenn eine stufenweise immer niedrigere Temperatur auf sie eingewirkt hätte.

Nach diesen Thatsachen läfst sich annehmen, dafs das Vermögen, durch Kälte in Erstarrung zu gerathen, den Winter darin zuzubringen und im Frühjahr wieder zu erwachen, nicht blos auf die eigentlichen lethar-

*) In Buffon's Hist. nat. des Oiseaux. T. XII. p. 234 der Zweibr. Ausgabe.

**) Reise durch verschiedene Provinzen des Russischen Reichs. Th. 2. S. 13.

***) Blicke in den Haushalt der Natnr. Halberst. 1826. S. 49.

†) Im Edinburgh New philos. Journ. Y. 1827. July—Sept. p. 231.

gischen Thiere beschränkt, sondern diesen nur in ausgezeichnetem Grade eigen ist und mit ihrer ganzen Lebensweise in Verbindung steht. Wegen dieser Verbindung haben sie ein Vorgefühl des Winterschlafs, und es gehen gegen die Zeit des Eintritts desselben organische Veränderungen in ihnen vor, die aber nicht bei allen von einerlei Art sind und zum Theil sich auch bei nicht lethargischen Thieren im Herbst ereignen. Die Murmelthiere schicken sich durch Fasten zum Winterschlafe an. Im Herbst sind ihre Gedärme so rein, als wären sie ausgewaschen.*) Beim Hamster ist dies nicht der Fall. Die Murmelthiere, und zwar die zahmen sowohl als die wilden,**) machen sich auch im Herbste ein Nest. Hingegen die Fledermäuse bereiten sich meist auf den Winterschlaf vor. Alle lethargische Nagethiere besitzen grofse Drüsen am Halse und unter den Achseln, die der Thymus analog sind und gegen die Zeit des Eintritts jenes Zustandes sehr anschwellen. Solche Drüsen, obgleich nicht ganz so grofse, besitzt aber, nach Pallas, auch das Russische fliegende Eichhörnchen, das doch keinen Winterschlaf hält.

Die Ursache des Versinkens in diesen Zustand läfst sich nicht in organischen Eigenthümlichkeiten der lethargischen Säugthiere suchen. Besitzen sie solche, so können dieselben doch nur Mitwirkungen der Ursache seyn, von welcher das Vermögen zu

---

*) Saussure's Reisen durch die Alpen. Th. 3. S. 175.

**) Mattuschka in Goeze's Naturgesch. der Europäischen Thiere. B. 2. S. 224.

erstarren abhängt. Die Lethargie würde sonst nicht zufällig auch bei andern Thieren vorkommen können, denen jene Eigenthümlichkeiten fehlen. Nach Carlisle *) theilt sich bei den winterschlafenden Säugthieren die obere Hohlvene in zwei Stämme, von welchen der linke über die linke Vorkammer des Herzens weggeht und sich in den untern Theil der rechten Vorkammer, neben dem Eintritt der untern Hohlvene öffnet; die unpaarige Vene macht zwei Stämme aus, die auf beiden Seiten des Thorax in einen Zweig der obern Hohlvene übergehen; die Intercostalarterien und Intercostalvenen sind ungewöhnlich weit. Mangili behauptet, dem Gehirn der lethargischen Säugthiere fehle die Carotis; dasselbe erhalte daher weniger Blut als das Gehirn der übrigen Säugthiere. Saissy fand bei denen winterschlafenden Arten, die er zu untersuchen Gelegenheit hatte, Lungen von geringer Ausdehnung; eine beträchtliche Weite des Herzens und der Blutgefäſse im Innern der Brust und des Bauchs, mit Ausnahme der Lungengefäſse; dicke Nerven unter der Oberfläche des Körpers; ein wenig gerinnbares Blut und eine Galle von süſslichem Geschmack. Wären diese Beobachtungen auch zuverlässig, so würden sie doch nur an wenig Thieren gemacht seyn, und es würden sich vielleicht nicht lethargische Arten finden, wovon sie ebenfalls gälten. Nach Otto's Untersuchungen **) sind sie aber unrichtig.

---

*) Philos. Transact. Y. 1805. p. 1.

**) Verhandl. der Kaiserl. Acad. der Naturf. B. 13. Abtheil. 1. S. 25.

Dieser scharfsichtige Zergliederer fand dagegen, dafs bei den winterschlafenden Säugthieren die Carotis des Gehirns durch die Trommelhöhle verläuft und zwischen den beiden Schenkeln des Steigbügels durchgeht. Aber hiermit verhält es sich auf diese Weise nicht blos bei den lethargischen Arten. Ein ähnlicher Verlauf ist der Carotis des Maulwurfs und Eichhörnchens eigen, die man nicht zu diesen Thieren rechnen kann, und von denen Gattungen, unter welchen lethargische Arten begriffen ind, besitzen diese Structur auch die übrigen Arten, die keinen Winterschlaf halten.

Gäbe es Eigenthümlichkeiten in der Organisation der lethargischen Säugthiere, wovon die Erstarrung derselben abhinge, so müfste sich etwas Analoges davon auch bei allen kaltblütigen Thieren finden, die den Winter hindurch schlafen. Zu diesen gehören aber die verschiedensten Arten, die weder mit einander, noch mit den Säugthieren etwas Weiteres als überhaupt den thierischen Bau gemein haben. Manche dieser Thiere sind noch empfindlicher gegen den erstarrenden Einflufs der Kälte, und werden bei noch höhern Graden der Temperatur lethargisch als die meisten Säugthiere. In Paraguay fallen alle Vipern und in dem wärmsten Theil von Louisiana die Crocodile bei der dortigen geringen Winterkälte in einen Winterschlaf. *) Bei uns begeben sich die mehresten überwinternden Insecten und Schnecken schon lange vor

*) Azara Voyages dans l'Amérique méridion. T. I. p. 223. De la Coudrenière in Lichtenberg's Magazin f. das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte. B. 2. St. 1. S. 91.

dem Eintritt der Winterkälte in ihre Schlupfwinkel. Selbst eine Art der kaltblütigen Thiere, die das Meer bewohnet, worin doch kein grofser Wechsel der Temperatur in den verschiedenen Jahreszeiten statt findet, der Syngnathus Hippocampus soll, nach Rusconi, einen Winterschlaf halten. *)

Die Symptome dieses Schlafs sind bei den kaltblütigen Thieren im Allgemeinen von ähnlicher Art wie bei den warmblütigen. Doch giebt es auch bei ihnen wie bei diesen darin Abänderungen. Die Crocodile von Louisiana verliehren gleich alles Empfindungsvermögen, sobald die Kälte eintritt. Sie sind aber dann noch nicht gleich erstarrt. Ihr Fleisch bleibt noch weich und ihre Pfoten sind noch biegsam. An warmen Tagen erwachen sie zuweilen auf einige Zeit, und bei gelinder Witterung liegen sie blos in einem leichten Schlummer. Bei gröfserer Kälte aber sind sie so unempfindlich, dafs man sie zerfleischen kann, ohne dafs sie ein Lebenszeichen von sich geben. Uebermäfsige Kälte tödtet sie. **) An erstarrten Fröschen will Goeze ***) beobachtet haben, dafs das Blut in den Adern weifs und durchsichtig ist, sich aber beim Erwachen dieser Thiere aus dem Winterschlafe allmählig wieder röthet. Von den winterschlafenden Insecten können manche, besonders einige Raupen, wenn sie einmal erstarrt sind, unbeschützt einem hohen Grad der Kälte ausgesetzt seyn, ohne

---

*) Meckel's Archiv für Physiol. B. 5. S. 268.

**) De la Coudrenière a. a. O.

***) Der Naturforscher. St. 20. S. 111.

darin umzukommen. Ihre Muskeln sind während der Erstarrung so steif, dafs die Glieder bei Versuchen, sie zu biegen, eher zerbrechen als eine andere Stellung annehmen. Ihre Verdauung ist ganz aufgehoben. Die in den Zwischenräumen ihrer Eingeweide und im Herzen befindliche Flüssigkeit ist dicker als im Sommer, wird aber gegen den Frühling wieder dünner und wäfsrig. Sie ertragen Stöhrungen des Winterschlafs ohne Nachtheil. *) Die Hausgrille (Grillus domesticus), die den Winter hindurch in geheizten Zimmern, in der Nähe von Backöfen u. s. w. immer munter bleibt, liegt während dieser Zeit in Erstarrung, wenn sie keinen warmen Aufenthalt findet, wird aber wieder wach, wenn sie in eine warme Luft kömmt, und bleibt solange wachend als die Wärme fortdauert. **) Käfer, besonders die, welche vom Raube leben, sollen, aus dem Winterschlafe geweckt, gefräfsiger als sonst seyn. ***) Weniger als von manchen Insecten wird eine strengere Kälte von der Weinbergschnecke ertragen. Diese verliehrt ikre Lebhaftigkeit mit dem Eintritt der Herbstkälte. Sie verschliefst sich dann in ihrem Gehäuse, indem sie den Eingang zu demselben mit mehrern, in einiger Entfernung hinter einander liegenden Deckeln überzieht. Werden diese bei einer Kälte unter dem Gefrierpuncte weggebrochen, so

---

*) Suckow in Heusinger's Zeitschr. f. die organ. Physik. B. 1. S. 597 fg.

**) Gough in Nicholson's Journ. of Nat. Philos. Vol. 19. p. 162.

***) Suckow a. a. O. S. 611.

kömmt sie um. Bei einer höhern Temperatur verfertigt sie neue Deckel. Erhält man die Schnecken den Herbst und Winter hindurch in einer künstlichen Sommerwärme, so verfallen einige in den Winterschlaf, andere aber nicht. Während diesem Zustande ist die einzige bemerkbare Spur von Leben an ihnen eine geringe Reizbarkeit des Halskragens. Die Verdauung, der Herzschlag und das Athemhohlen sind gänzlich aufgehoben. Schnecken, die sich in ihrem Gehäuse eingeschlossen haben, gefrieren bei — 7° R. Kälte, erhohlen sich nach dem Aufthauen unvollkommen wieder, und sterben nachher. Bei — 8° gefrieren sie, ohne wieder ins Leben zu kommen. *)

Aus Beobachtungen die Berger **) über die

*) Die obigen und mehrere der folgenden Beobachtungen über den Winterschlaf der Weinbergschnecke sind aus Gaspard's Mém. physiol. sur le Colimaçon in Magendie's Journal de Physiol. T. 2, p. 295, entlehnt. Einige andere Bemerkungen über die Lethargie der Schnecken sind in Spallanzani's Mém. sur la respiration enthalten, von dem sich auch einige Beobachtungen über den Winterschlaf der lethargischen Säugthiere in Sennebier's Rapports de l'Air avec les Ètres organisés, T. 2, finden. Spallanzani's Angaben sind aber zu unzuverlässig, als dafs ich sie habe benutzen können.

Gaspard (p. 314) findet es unerklärbar, dafs die Weinbergschnecke in ihrem natürlichen Winterlager bei einer Kälte der Luft von — 14° leben bleibt, da sie doch ausserhalb demselben schon von — 8° getödtet wird. Sie liegt aber ja im Winter unter der Erde an Stellen, an welchen die Temperatur immer höher als die der Atmosphäre ist, und die an den Veränderungen der atmosphärischen Temperatur nur langsam Theil nimmt. Alle lethargische Thiere ertragen im Winterschlaf ohne Nachtheil einen Grad von Kälte, der sie bei plötzlicher Einwirkung tödtet, wenn derselbe allmählig zu ihnen gelangt.

**) Mém. du Mus. d'Hist. nat. T. 16. p. 227.

Lethargie der Weinbergschnecke gemacht hat, folgt, dafs diese während eines, ungefähr siebenmonatlichen Winterschlafs um den 9ten bis 10ten Theil, hingegen eine Haselmaus binnen 62 Tagen des Winterschlafs um den 4ten, und ein lethargisches Murmelthier binnen 57 Tagen um etwas mehr als ein Viertel ihres vorigen Gewichts leichter wird. Es läfst sich indefs hieraus wenig Weiteres schliessen, da es an vergleichenden Erfahrungen über den Gewichtsverlust fehlt, den die nehmlichen Schnecken unter andern Umständen und in Verhältnifs zu leblosen feuchten Substanzen erleiden. Um mir über diesen Punct Auskunft zu verschaffen, stellte ich in Ermangelung von Weinbergschnecken, die es in der Gegend von Bremen nicht giebt, folgende Versuche mit Waldschnecken (Helix nemoralis) an.

1. Am 24ten Mai um 6 Uhr Nachmittags wurde eine Waldschnecke, welche 46, 9 Gran wog, in einem kleinen Glase mit einem Deckel von Drathgeflecht, wodurch die äussere Luft freien Zugang zur Schnecke hatte, eingeschlossen, bis Mittag des 28ten Mai darin gelassen, und mit dem Glase täglich gewogen. Sie gab während dieser Zeit etwas Schleim, aber keine Darm-Excremente von sich, und hielt sich meist eingezogen in ihrem Gehäuse. Nach $18\frac{1}{2}$ Stunden hatte sie 2, 32 Gran, nach fernern $29\frac{1}{2}$ Stunden 2, 12 Gr. und von der letztern Zeit an noch weiter nach $18\frac{3}{4}$ Stunden 0, 5 Gran verlohren. Während dieser ganzen Zeit befand sie sich an einem Ort, wo das Thermometer zwischen 10° und 14° R. stand. Nach der letzten Abwägung wurde sie an eine, der Sonne aus-

gesetzte Stelle gebracht, wo die Luft eine Wärme von 17° bis 22° hatte. Sie blieb hier $5\frac{1}{2}$ Stunden. Der Verlust betrug jetzt 1 Gran. Er war also durch die höhere Temperatur sehr vermehrt worden. Die Schnecke kam hierauf wieder an den vorigen Ort und blieb dort noch 18 Stunden. Nach Verlauf dieser Zeit war wieder ein Gewichtsverlust von 0, 33 Gran eingetreten. Jene hatte also binnen 90 Stunden 6, 28 Gran, folglich etwas mehr als den 7ten Theil ihres vorigen Gewichts durch Ausdünstung verlohren, und der Verlust hatte bei einerlei Temperatur mit der Dauer des Versuchs immer abgenommen, war aber bei der Abnahme durch erhöhete Wärme wieder vermehrt worden.

2. Den 28ten Juny setzte ich eine andere Waldschnecke, die 47, 8 Gran wog und seit acht Tagen keine Nahrung erhalten hatte, zwischen zwei Drathgeflechten in eine, 5 C. Z. atmosphärischer Luft enthaltende Gasröhre, in deren Gipfel sich, um die Luft immer trocken zu erhalten, eine kleine Glasschaale mit frisch geglühetem salzsaurem Kalk befand, und sperrte die Röhre mit Quecksilber. In eine zweite Gasröhre wurde eine gleiche Menge Luft mit einem durchnässeten und dann ausgedrückten Schwamm, der 13, 5 Gran wog, und neben demselben ebenfalls eine kleine Schaale mit frisch geglühetem salzsaurem Kalk über Quecksilber gebracht. Nach $18\frac{1}{2}$ Stunden, während welchen die Temperatur der Luft ungefähr 14° R. betrug, und die Schnecke immer in ihrem Gehäuse blieb, war diese um 1, 03 Gran, der Schwamm um 0, 67 Gran leichter geworden. Der letztere wog nach

dem völligen Austrocknen 6, 42 Gran. Das Gewicht der weichen Theile einer Waldschnecke beträgt nicht viel mehr als das Gewicht ihres Gehäuses. Wenn man annimmt, dafs von denselben auch nur ein Drittel aus Wasser besteht, so mufste also im Anfange des Versuchs die Schnecke wenigstens eben soviel Wasser als der Schwamm enthalten haben, und so folgt, dafs unter gleichen äussern Verhältnissen jene in ihrem Gehäuse weniger ausdünstet als ein unbedeckter lebloser Körper, in welchem das Wasser blos durch Capillarattraction zurückgehalten wird.

3. Eine dritte, bei sehr trocknem Wetter so eben gefangene, 43, 87 Gran wiegende und tief in ihrem Gehäuse zurückgezogene Waldschnecke legte ich den 30ten Juny in eine kleine Schachtel ohne Deckel, verschlofs diese mit einem weiten Drathgitter, und setzte das Thier mit dem Behälter der freien Luft bei einer Temperatur aus, die beim Anfang und bei der Fortsetzung des Versuchs 13° bis 14° R. betrug. Nach 24 Stunden hatte die Schnecke 0, 54 Gran verlohren. Ich setzte sie hierauf in der vorigen Schachtel unter eine Gasröhre, die ungefähr 6 C. Z. Luft enthielt, brachte zugleich in die Röhre eine Schaale mit frisch geglühetem salzsaurem Kalk und sperrte das Glas mit Quecksilber. Nach 24 Stunden war die Schnecke in der Röhre um 0, 38 Gran leichter geworden. Ich nahm ihr hierauf das ganze Gehäuse, ohne ihre weichen Theile zu verletzen, legte die letztern, welche 34, 75 Gr. wogen, auf einem kleinen Stück trockner Blasenhaut an die freie Luft und neben ihnen einen nassen Schwamm,

der 19 Gran wog. Nach $5\frac{3}{4}$ Stunden fand sich das Gewicht der entblöfsten Schnecke um 4, 30 Gran, das des Schwamms um 7 Gran vermindert. Die Schnecke dünstete also ohne ihr Gehäuse weit stärker als in demselben, doch auch ohne dieses weit weniger als der Schwamm aus.

In diesen Versuchen war die geringste Ausdünstung 0, 38 Gran binnen 24 Stunden. Bei dieser Transpiration würde eine Waldschnecke schon binnen 12 Tagen eben soviel an Gewicht verliehren als, nach Berger's Versuchen, eine Weinbergschnecke im Winterschlafe binnen 7 Monaten. Die Ausdünstung der Waldschnecke wird nach den vorstehenden Versuchen vermindert durch Abnahme der Temperatur der Luft, durch Zurückziehung des Thiers in das Gehäuse und durch Einschliessung desselben in einem Raum, wozu die freie Luft keinen Zutritt hat. Durch diese Mittel und durch Abnahme aller Lebensbewegungen wird die Ausdünstung der Schnecke auf den geringen Grad herabgebracht, worauf sie sich im Winterschlafe befindet. Da ferner ein nasser Schwamm in gleicher Zeit und unter gleichen Umtsänden immer mehr an Gewicht verlohr als selbst eine Schnecke, die von ihrem Gehäuse entblöfst war, so mufs in dieser das Wasser durch chemische Anziehung zurückgehalten werden, und durch Zunahme dieser Anziehung trägt wahrscheinlich die Abnahme der Lebensbewegungen zur Verminderung der Transpiration im Winterschlafe mit bei.

Die Weinbergschnecken erwachen aus ihrem Winterschlafe im Frühjahr bei einer Temperatur von ungefähr 12° R. Hierbei zeigt sich der merkwürdige Umstand, dafs diese Wärme nicht die einzige Ursache des Aufhörens der Lethargie seyn kann. Denn Schnecken, die im November, Januar oder April einer trocknen Wärme von 16° bis 30° Tage und Wochen lang ausgesetzt werden, kommen doch nicht aus ihrem Hause hervor; hingegen andere, die in tiefen Höhlen liegen, wo immer eine Temperatur von nur 8° herrscht, erwachen im April oder Mai eben so wie die, welche an der freien Luft sind, ohne bemerkbare äussere Ursache. Gaspard glaubt, die wahre Ursache sey feuchte Frühlingswärme. Die Schnecken sind nun zwar höchst empfindlich gegen Feuchtigkeit. Sobald bei einer Wärme von 12° Regen sie trifft, verlassen sie ihr Gehäuse im November wie im April. Allein unter Gaspard's eigenen Beobachtungen sind doch mehrere, die beweisen, dafs auch feuchte Wärme nicht allein es seyn kann, was diese Thiere aus ihrer scheinbaren Leblosigkeit wieder zur Thätigkeit aufregt. Er versuchte, die Zeit des Erwachens durch eine gleichförmige Temperatur von 8°, durch Ausschliessung von Luft und Feuchtigkeit zu verzögern. Die erste dieser Einwirkungen verlängerte blos den Schlaf um höchstens einige Wochen. Die beiden letztern beschleunigten vielmehr das Erwachen, als es zu verzögern. Der Schlaf wurde sogar um acht bis zwölf Monate dadurch verlängert, dafs die Schnecken beständig in einer gleichförmigen Wärme von 20° blieben. Gaspard ge-

steht auch selber, den Grund nicht angeben zu können, warum schlafende Schnecken in fest verschlossenen und mit trockner Luft angefüllten Flaschen sehr schnell aus ihren Gehäusen hervorkommen.

Alle diese Anomalien lassen sich nur erklären, wenn man voraussetzt, dafs der eigentliche Winterschlaf der Schnecken, als ein Zustand des scheinbaren Aufhörens der Bewegungen sowohl des bewufsten als des unbewufsten Lebens, mit dem Eintritt der Frühlingswärme aufhört, dafs aber, wenn die Bewegungen des unbewufsten Lebens auch schon wieder ihren Anfang genommen haben, das bewufste Leben doch noch solange unthätig bleiben kann, bis noch andere Reize als blofse Wärme auf das Thier wirken. Dieser letztere Zustand mufs mehr gewöhnlicher Schlaf als Erstarrung seyn. Die Ursachen, wodurch die Schnecke daraus geweckt wird, können auf das Leben einen günstigen oder nachtheiligen Einflufs haben. Zu den erstern gehört Feuchtigkeit. Die nachtheiligen Einwirkungen können anfangs wecken, bei längerer Fortdauer aber auch einschläfern. Dies ist nicht blofse Vermuthung, sondern Folge der Thatsache, dafs die Schnecken, wenn es ihnen an Nahrung gebricht, erst ausgehen, um diese zu suchen, dann aber, wenn sie keine finden, sich in ihr Gehäuse zurückziehen und darin lange Zeit bewufstlos bleiben.*) Eben so benehmen sie sich bei grofser Dürre. Sobald das Erdreich sehr trocken wird, befestigen sich die Weinbergschnecken vermittelst

*) Gough (a. a. O.) sahe eine Helix hortensis ohne Futter und Wasser fast drei Jahre leben.

einer seidenartigen, festen und elastischen, kreisförmigen Binde, deren Materie von der Peripherie des Halskragens abgesondert wird, an einem nahen Körper, ziehen den Fufs darunter zurück und bleiben so während der ganzen Dauer der Dürre beständig kleben. Bei dem mindesten Regen, und selbst schon bei einem blofsen Thau, setzen sie sich aber wieder in Bewegung. Sie öffnen in diesem Zustande von Zeit zu Zeit die Lunge, ziehen Luft ein, vermindern den Sauerstoffgehalt einer Masse von Luft, worin sie eingeschlossen sind, und legen, wenn sie grade trächtig sind, zur gewöhnlichen Zeit ihre Eier. *) Eine von Adanson**) am Senegal beobachtete Landschnecke (Helix flammea O. F. Müll.) bringt wahrscheinlich die ganze dortige, achtmonatliche Jahreszeit der Dürre schlafend zu. Ueberhaupt ist Bedürfnifs der Feuchtigkeit und Abnahme der Lebensäusserungen, wenn diese fehlt, allen wirbellosen Thieren eigen, die eine schleimabsondernde äussere Haut haben. Die Erdregenwürmer ziehen sich sowohl bei trockner als bei kalter Witterung in die Tiefe des Erdbodens zurück, und liegen darin haufenweise, mit vielem Schleim bedeckt und unter einander verschlungen, bis sie durch die Rückkehr der Wärme oder der Feuchtigkeit wieder hervorgelockt werden.

Dieser Scheintod in Folge trockener Wärme befällt auch nicht blofs wirbellose Thiere. Selbst unter den Wirbelthieren sind manche demselben ausgesetzt. Die Amphibien, welche die Llanos der Aequinoctial-

---

*) Gaspard a. a. O.

**) Coquillages du Sénégal. p. 18.

gegenden von Südamerika bewohnen, besonders die Crocodile und die Riesenschlangen, vertiefen sich im Schlamm, wenn die Becken, worin sie zur Zeit der grofsen Ueberschwemmungen Wasser finden, in der dürren Jahreszeit austrocknen, und werden in diesen, dem Einflufs der Sonnenstrahlen ausgesetzten Sümpfen, worin die mittlere Wärme über 40° R. beträgt, scheinbar leblos. *) Hingegen in Brasilien, wo jene Thiere in weiten Seen, immer nassen Brüchen, Flüssen und Bächen leben, deren Ufer vom Schatten der Urwälder abgekühlt werden, gerathen sie nicht in einen solchen Schlaf. **) Sogar ein Säugthier der heissen Zone, der Tanrec von Madagascar (Erinaceus ecaudatus), soll drei Monate des Jahrs scheintod zubringen.

Ein ähnlicher Zustand scheint es zu seyn, worin sich manche Schlangen der heissen Climate zur Zeit der Verdauung befinden. Nach Barrow ***) sind die grofsen Boaschlangen auf Java, wenn sie ganze Kälber und Schweine verschlungen haben, solange wie leblos, bis die verschluckten Thiere ganz verdauet sind. Eben dies erzählt Azara †) von dem Curiyu, einer grofsen Schlangenart des südlichen Amerika, und an einer andern Stelle ††) bemerkt er: dafs die sämmtlichen Vipern jenes Erdstrichs in eine Art von Lethargie

*) Von Humboldt's und Bonpland's Reise in die Aequinoctialgegenden des neuen Continents. Th. 3. S. 330.

**) Reise des Prinzen Maximilian von Wied-Neuwied nach Brasilien. B. 1. S. 356 der Octavausgabe.

***) Reise nach Cochinchina. Uebers. von Ehrmann. S. 256.

†) Voyages dans l'Amérique méridionale. T. 1. p. 226.

††) Ebendas. p. 230.

verfallen, sobald sie den Hunger gestillt haben. Da in diesem Zustande die Verdauung vor sich geht, welches ohne Fortdauer des Blutumlaufs und Athemhohlens nicht möglich seyn würde, so kann derselbe nicht einerlei mit dem Winterschlafe, sondern nur ein sehr tiefer gewöhnlicher Schlaf seyn. Es kann aber die Erstarrung von Kälte in einen Schlaf von dieser Art und der letztere in jene übergehen. Ein solcher Wechsel findet vielleicht immer bei dem Winterschlaf statt, und hierin liegt wohl der Grund mancher Abweichungen in den Beobachtungen über diesen Gegenstand.

DREIZEHNTES BUCH.

Constitution, Temperament, Gesundheit und Krankheit.

Alles individuelle Leben kann verschiedene Stufen haben, der Grad desselben aber in verschiedener Beziehung statt finden. Da jedes Leben in zweckmäſsiger Selbstthätigkeit besteht, so bezieht sich derselbe entweder auf die Selbstthätigkeit oder auf die Zweckmäſsigkeit. Der Grad der Selbstthätigkeit des Individuums ist dessen Constitution, und aus keinem innern Grund beschränkte Zweckmäſsigkeit der Selbstthätigkeit ist Gesundheit. Die letztere kann bei einem verschiedenen Verhältniſs der Empfänglichkeit für äussere Eindrücke zum Reactionsvermögen vorhanden seyn. Dieses Verhältniſs macht das Temperament aus. Beschränkung der zweckmäſsigen Selbstthätigkeit aus innerer Ursache ist Krankheit.

Jedes Individuum hat eine angebohrne Constitution, die im Laufe des Lebens modificirt, aber nie ganz aufgehoben werden kann. Dies zeigt sich schon deutlich bei den Vegetabilien. Von Saamenkörnern aus einer und derselben Schote oder Capsel geben unter einerlei äussern Verhältnissen einige schnell, andere

langsam sich entwickelnde, einige starke, andere schwächliche Pflanzen. So ist es auch bei den Thieren, sowohl den niedern als den höhern. Lyonnet erhielt im August von einem Kohlschmetterling zwanzig Eier, aus welchen allen zwei Tage nachher Raupen hervorkamen. Diese wurden an einem und demselben Ort mit einerlei Blättern gefüttert. Sie verpuppten sich nach drei Wochen, und es war nur eine Zeit von zwei Tagen zwischen denen, die sich zuerst verwandelten, und denen, woraus zuletzt Chrysaliden wurden. Obgleich diese an einerlei Ort aufbewahrt wurden, so verwandelten sich doch einige derselben schon im Anfange des folgenden Monats September, andere erst im Mai des folgenden Jahrs in Schmetterlinge. *) Noch auffallender sind Erfahrungen, die der Maler Hoffmann an Raupen der Bombyx lanestris machte. Von acht und siebenzig Insecten dieser Art, die im Juny des Jahrs 1793 aus einerlei Nest genommen waren, und welche sich insgesammt in der ersten Hälfte des folgenden July verpuppt hatten, krochen die meisten im folgenden Sommer, einige aber erst nach zwei bis sechs Jahren aus. **) Es mufs also schon in den Eiern der Thiere eine ursprüngliche Verschiedenheit des Grades der Empfänglichkeit für äussere Einwirkungen und der Lebensthätigkeit statt finden.

Vorzüglich ist es die Constitution der Eltern, wovon die der Abkömmlinge abhängt. Da aber von

*) Mém. du Mus. d'Hist. nat. T. 19. p. 123.

**) Der Naturforscher. St. 28. S. 87. 260.

starken Eltern oft auch schwache Kinder erzeugt werden, und von Zwillingen, worauf doch in der Schwangerschaft gleiche Einflüsse wirken, zuweilen der eine stark und wohlgenährt, der andere schwach und verkümmert ist, so mufs noch ein anderes Bestimmendes der Constitution entweder schon vor der Empfängnifs vorhanden seyn, oder während derselben eintreten. Ein solches ist vielleicht der Grad der Befruchtung, der sowohl äussere als innere Ursachen haben kann. Bei den Pflanzen und kaltblütigen Thieren wird dieser durch einen gewissen Grad von äusserer Wärme erhöhet. Bei den warmblütigen Thieren kann derselbe von individuellen oder temporären Verschiedenheiten in der Aufregung der Genitalien bei der Befruchtung, in dem mehr oder weniger schnellen Zutritt des befruchtenden Stoffs zu den Eiern und in der Beschaffenheit dieses Stoffs abhängen. Ein Zweites, wodurch die Constitution der Abkömmlinge bestimmt wird, sind äussere Einflüsse, denen die Eltern vor und während der Zeugung ausgesetzt waren. Solche Einwirkungen können in der Constitution der Nachkommen eine grofse, den äussern Umständen angemessene Verschiedenheit von der der Eltern hervorbringen, ohne die letztere zu verändern. Jagdhunde von der besten Art, die man aus England nach Mexico gebracht hatte, waren auf der dortigen grofsen Hochebene, die 9000 Fufs über der Meeresfläche erhaben ist, und wo das Quecksilber des Barometers gewöhnlich auf 19 Zoll steht, untauglich zum Jagen, weil sie die dazu nöthige Anstrengung in der dünnen

Atmosphäre nicht aashalten konnten. Die Jungen hingegen, die sie dort geworfen hatten und die dort herangewachsen waren, jagten über der Wolkenregion mit der nehmlichen Leichtigkeit und Ausdauer wie ihre Eltern in der dichten Luft Englands.*)

Die Constitution ist aber nie in allen Organen gleich stark. Auch der Kräftigste hat immer irgend eine schwächere Seite. Oft ist üppiges Wachsthum mit schwachem Zeugungsvermögen, starke Muskelkraft mit geringer Schärfe der Sinneswerkzeuge u. s. w. verbunden. Vermöge dieser Verschiedenheit der Constitution hat jedes Individuum eine ursprüngliche Anlage zu besondern Krankheiten.

Das Temperament wird gewöhnlich mehr auf geistige als auf körperliche Eigenschaften bezogen, aber mit Unrecht. Die Verschiedenheiten desselben sind nur mehr hervorstechend auf den höhern als auf den niedern Stufen des geistigen Lebens. Sie fallen am meisten beim Menschen in die Augen. Es hat aber doch selbst jede Pflanze ihr Temperament, das sich bei ihr in dem verschiedenen Verhalten gegen äussere Eindrücke, in der Art des Wachsthums und im Grade der Fruchtbarkeit äussert.

Auch das Temperament ist wie die Constitution angebohren und Mitursache einer Verschiedenheit der Anlage zu gewissen Krankheiten. Aeussere Einwirkungen verändern dasselbe ebenfalls, können es aber nicht ganz umwandeln.

---

*) Froriep's Notizen aus dem Gebiet der Natur- und Heilkunde. 1832. N. 717. S. 198.

Jede Constitution und jedes Temperament hat gewisse Gränzen, innerhalb welcher beide immerfort wechseln. Sie bleiben nicht ganz die nehmlichen im Alter, die sie in der Jugend waren. Sie sind selbst wandelbar nach den Jahres- und Tageszeiten, und nach der Art der physischen und moralischen Eindrücke, die auf das Individuum wirken.

Man kann in gewisser Hinsicht ein Temperament der Art wie des Individuums annehmen.. Das träge Faulthier hat ein anderes als der lebhafte Affe, die langsame Ente ein anderes als der bewegliche Sperling u. s. w. *) Dieses Temperament der Art verändert sich bei veränderten äussern Einwirkungen, doch erst nach mehrern Generationen, und mit der Abänderung kann auch, wie die Hausthiere beweisen, der Instinct eine andere Richtung bekommen.

Mit jeder Constitution und jedem Temperament eines lebenden Wesens kann zweckmäfsige Selbstthätigkeit bestehen, solange sich dieses in einer Sphäre befindet, welche der Constitution und dem Temperament desselben angemessen ist. Tritt ein Mifsverhältnifs zwischen den äussern Einwirkungen und der Beschaffenheit des Individuums ein, so wird die Zweckmäfsigkeit der Selbstthätigkeit beschränkt, wenn sich nicht das Individuum den äussern Umständen anpafst. Diese Accommodation hat aber Gränzen, und da die Aussenwelt in immerwährenden Veränderungen be-

*) Eine weitere Ausführung dieses Gedankens in Beziehung auf die Hausthiere enthält ein Aufsatz Gandolfi's in den Opuscoli scientifici von Bologna. T. 2. p. 328.

griffen ist, so ist jedes lebende Wesen Beschränkungen seines zweckmäfsigen Wirkens ausgesetzt. Nicht mit jeder Beschränkung hört aber dasselbe auf, gesund zu seyn. Ein Mensch, dem die Arme gebunden sind, kann nicht mehr zweckmäfsig thätig seyn. Er ist aber darum noch nicht krank. Krankheit tritt erst dann ein, wenn ein Unvermögen des geistigen Princips aus einer innern Ursache vorhanden ist, das organische Wirken in seiner Zweckmäfsigkeit zu erhalten.

Dieses Wirken hat äussere Bedingungen. Dieselben können fehlen, und die Seele kann die organische Thätigkeit solange aufhören lassen, bis sie wieder vorhanden sind. Ein solcher, bei dem täglichen Schlaf und dem Winterschlaf eintretender, partieller oder allgemeiner Stillstand des Lebens ist ebenfalls nicht Krankheit. Der Grund des Unvermögens, die zweckmäfsige Selbstthätigkeit zu behaupten, mufs daher immer ein körperlicher seyn. Er läfst sich nur in einer Entartung der Organe suchen, wodurch das Wirken der Seele auf den Körper zunächst vermittelt ist. Man kann zwar das Alter und den Tod vor Alter schwerlich aus einer andern Ursache als daraus erklären, dafs sich die Seele von der organischen Form, die sie sich aneignete, nach einer gewissen Periode des Wirkens in der Sinnenwelt wieder zurückzieht. Aber hieraus folgt nicht, dafs zufällige Krankheiten einen ähnlichen Ursprung haben können. Gäbe es aber auch eine solche Entstehung der letztern, so würden diese doch dann erst wirkliche Krankheiten seyn, wenn eine organische Veränderung eingetreten

wäre, wodurch das zweckmäfsige Wirken der Seele auf den Körper auch dann noch beschränkt werden würde, wenn die Seele ihre Fürsorge für den Körper wieder übernähme. Jene Beschränkung der freien Thätigkeit aus einem innern Grunde erregt immer ein eigenes, von Leiden aus äussern Ursachen sehr verschiedenes Gefühl, das mit zu den characteristischen Symptomen der sämmtlichen Krankheiten des Menschen und ohne Zweifel auch aller Thiere gehört, und ohne dessen Gegenwart manche Krankheit sich für das, was sie wirklich ist, nicht erkennen läfst.

Die Organe, welche das Wirken der Seele auf den Körper zunächst vermitteln, sind für den Menschen und die höhern Thiere das Gehirn und die Nerven. Bei diesen Wesen hat also jede Krankheit ihren nächsten Grund in einem Leiden des Nervensystems. Ein solches kann aber nur vorübergehend seyn, wenn dieses System nicht etwa durch eine mechanische Einwirkung zerrüttet ist und gehörig ernährt wird. Jede dauernde Krankheit beruhet daher auf mangelhafter Ernährung. Die Ernährung geschieht durch das Blut und dessen Gefäfse. Die Thätigkeit der Gefäfse hängt wieder vom Nervensystem und Blute ab. Sie wird daher krankhaft, wenn das Nervensystem erkrankt. Gleich der Thätigkeit dieses Systems mufs sie aber ebenfalls bald zum regelmäfsigen Zustande zurückkehren, wenn das Blut nicht entartet ist.

Alle Sinnenreize und Gemüthsbewegungen wirken direct auf das Nervensystem. Von diesen können also Krankheiten ursprünglich ausgehen. Die Mischung

des Bluts hängt zwar vom Nervensystem ab. Aber es können doch durch die Lungen, die Haut und den Nahrungscanal, oder durch Wunden fremdartige Stoffe in die Blutmasse gelangen, wodurch dessen Mischung direct verändert wird. Es kann diese auch bei Verwundungen so vermindert werden, dafs Fortdauer der Gesundheit nicht damit bestehen kann. Der Zeit nach geht also jede Krankheit zunächst entweder vom Blute oder Nervensystem aus. Sie selber besteht immer in einem Leiden dieses Systems. Es mufs aber demselben eine Veränderung der Beschaffenheit des Bluts vorhergegangen seyn oder folgen, wenn die Krankheit mehr als vorübergehend ist.

In der Art der Veränderung des Bluts besteht das Wesen jeder Krankheit, und die Form der letztern ist der Ausdruck ihres Wesens. Bei einer Verschiedenheit der Form kann zwar einerlei ärztliche Behandlung zweckmäfsig seyn. Aber bei weitem nicht durch jede ärztliche Behandlung, so passend sie auch seyn mag, wird eine Krankheit wirklich geheilt. Diese verliehrt sich nur dabei; die wirkliche Heilung geschieht durch die Natur. Manche Krankheiten gleichen sich sehr in einzelnen hervorstechenden Symptomen und erfordern doch eine sehr verschiedene Behandlung. Allein solche können sich nur in diesen Symptomen ähnlich seyn, nicht aber in der ganzen Form mit einander übereinkommen.

Wesen und Form der Krankheiten geben sich im Allgemeinen durch Veränderungen der Empfänglichkeit für die Einwirkungen, denen das Lebende ausgesetzt ist,

durch Abweichungen der Reactionen gegen diese Einflüsse von der gewöhnlichen Beschaffenheit, und durch Umwandelung dessen, was Bleibend in den Organen ist, und der materiellen Producte derselben zu erkennen. In den mehresten Krankheiten ist eine dieser Veränderungen vorzüglich hervorstechend. Die Receptivität für äussere Eindrücke entfernt sich aber nie im ganzen Körper blos dem Grade nach von ihrer gewöhnlichen Beschaffenheit. Sie ist immer für einige Eindrücke, wofür im gesunden Zustande nur eine mittlere oder auch sehr geringe Empfänglichkeit statt findet, erhöhet, für andere herabgestimmt. Die Reactionen können in den gleichartigen organischen Elementen der festen Theile nur dem Grade nach von ihrer gesunden Beschaffenheit abweichen. Indem sie aber in einigen dieser Elemente verstärkt, in andern gleichzeitig geschwächt sind, kann in dem ganzen, aus ihnen bestehenden Organ ein unregelmäfsiges Wirken entstehen, das nicht blos im Grade, sondern auch in der Qualität von dem gewöhnlichen verschieden ist. Ein Beispiel giebt das Erbrechen. Die krankhaften Veränderungen in der Structur und Textur der Organe äussern sich häufig durch einen Uebergang der letztern in absondernde Theile besonderer Art (Geschwüre), deren Producte eine zerstöhrende Rückwirkung auf diese Theile selber haben. Oft entstehen in Folge allgemeiner Krankheiten Aftergebilde (Exantheme), die regelmäfsige Perioden des Entstehens und Vergehens durchlaufen, und bei verschiedenen Krankheiten von verschiedener Art sind. Die meisten dieser Ausschläge erzeugen sich auf der

äussern Fläche des Körpers, doch einige auch auf den Oberflächen innerer Theile, wo sie nicht immer erkannt, oder für das, was sie wirklich sind, gehalten werden. *) Noch andere Krankheiten äussern sich durch verminderte, vermehrte und in der Qualität veränderte Aussonderungen. Diese treten vorzüglich nach schnellem Wechsel von Wärme und Kälte ein, und stellen sich, wenn derselbe der Luft ausgesetzte, Schleim secernirende Häute trifft, als Catarrh, wenn er auf innere, dem Zutritt der Luft unzugängliche, Serum absondernde Membranen wirkt, als Rheumatismus dar.

Den Pflanzen fehlt das Nervensystem. Bei ihnen kann nur in den Gefäfsen, welche Behälter des, die Stelle des Bluts bei ihnen vertretenden Safts sind, oder in diesem Saft die nächste Ursache der Krankheiten enthalten seyn. Ihre Gefäfse machen aber kein so zusammenhängendes System wie bei den Thieren aus. Deswegen äussern sich bei ihnen die Krankheiten auf andere Art als bei diesen. Nur Einflüsse, die auf ihren ganzen Körper wirken, z. B. schneller Wechsel von Wärme und Kälte, machen sie gleichzeitig in allen Theilen erkranken. Hingegen solche, die nur einzelne ihrer Organe, oder nur einen Theil ihrer Säftemasse treffen, breiten sich über das Ganze weit langsamer als da aus, wo es ein zusammenhängendes

*) Ein Exanthem der letztern Art können die Pusteln seyn, die man häufig bei der hitzigen Hirnwassersucht auf der innern Fläche des Darmcanals findet. Sie sind nicht entzündete Drüsen, wofür sie oft gehalten wurden, und diese Krankheit hat das Leiden des Gehirns nur zum hervorstechenden Symptom, ist aber vielleicht ihrem Wesen nach eine acute exanthematische Krankheit eigener Art.

Gefäſssystem und ein allgemeines Nervensystem giebt. So sterben bei der Wurmtrockniſs die Fichten gleichzeitig und schnell in allen ihren Theilen von anhaltender Dürre oder plötzlichem Wechsel der Temperatur, indem ihre Rinde sich ablöst, der Splint schwarzblau wird, und die sich roth färbenden Nadeln einen faulig riechenden, harzigen Saft ausschwitzen. Aber langsam, oft erst nach vielen Jahren stirbt ein Baum, bei welchem eine bedeutende Wunde des Stamms wegen stockenden Regenwassers oder anderer örtlicher Ursachen in ein Geschwür übergegangen ist.

Was die Selbstthätigkeit des Nervensystems beschränkt, es sey unmittelbar oder durch Veränderung der Beschaffenheit des Bluts, können absolut oder relativ äussere Einwirkungen seyn. Die letztern finden als Krankheitsursachen bei allen veränderten Verhältnissen einzelner Theile zum Ganzen statt. Nicht jeder Einfluſs und auch nicht der, welcher das Ganze trifft, wirkt auf alle Theile gleichzeitig. Indem er einen einzelnen unberührt läſst und die Thätigkeit der übrigen verändert, oder indem er umgekehrt vorzüglich auf einen einzelnen gerichtet ist, setzt er den einzelnen gegen die übrigen in ein Miſsverhältniſs, wodurch derselbe zu einer relativ äussern, krankmachenden Ursache wird. So kann die Leber eine Galle absondern, die im gewöhnlichen Zustande dem Ganzen angemessen ist, unter veränderten Umständen eine allgemeine Krankheit veranlaſst. In einem solchen Fall entsteht das allgemeine Leiden nicht aus einem localen. Es kann sich aber ein Leiden des Ganzen vor-

zugsweise in einem Leiden eines einzelnen Theils ausdrücken, wenn der Theil vorher schon in einem gewissen Grade von Disharmonie mit dem Ganzen gestanden hat. Diese Disharmonie ist bei den mehresten Krankheiten entweder schon gleich anfangs zugegen, oder stellt sich im Verlaufe derselben ein, weil bei keinem lebenden Wesen das Einzelne dem Ganzen absolut untergeordnet ist. Da selbst nicht alle einzelne Theile des Nervensystems ganz abhängig von dem ganzen System sind, sondern einen gewissen Grad von Selbstständigkeit haben, so können auch in diesem System, das der Sitz der nächsten Ursache aller Krankheiten ist, Disharmonien eintreten.

Eine Hauptquelle der Krankheiten bei den Thieren sind krankhafte Reizungen der Nerven des sympathischen System. Diese wirken immer zunächst auf die Blutgefäfse und das Blut des Theils, worin sich die gereizten Nerven verbreiten, und, ist derselbe ein Absonderungswerkzeug, auf dessen Producte. Die häufigste Krankheitsform, die sie beim Menschen und den warmblütigen Thieren zur Folge haben, ist, wenn sie sich über das ganze System der Blutgefäfse ausbreiten, Fieber, oder, wenn sie local bleiben, Entzündung und veränderte Thätigkeit einzelner Secretionsorgane. Bei dem Fieber nimmt, wegen der Verbindung des Blutumlaufs mit dem Athemhohlen, immer auch dieses an der Krankheit Theil, und es entsteht vermehrte organische Wärme. Da diese Krankheiten von dem sympathischen System ausgehen, so kommen sie in höherm Grade nur da vor, wo dasselbe eine höhere

Stufe der Ausbildung hat, also nur bei dem Menschen und den warmblütigen Thieren. Es hält selbst schon bei den Amphibien schwer, heftige und dauernde Entzündung hervorzubringen. Von den Krankheiten der Pflanzen läſst sich keine mit Fieber und Entzündung anders als gezwungen vergleichen.

Entzündung ist Ursache oder Symptom der mehresten Krankheiten des Menschen und der höhern Thiere, aber eine der dunkelsten pathologischen Erscheinungen. Die folgenden Bemerkungen über diesen Vorgang werden vielleicht Einiges zur Aufklärung des Wesens desselben beitragen.

Wenn man durchsichtige, Blut enthaltende Theile lebender Thiere unter dem Microscop betrachtet, so sieht man bloſs das Fliessen der Blutkügelchen. Was dabei in dem Serum vorgeht, worin die Kügelchen schwimmen, läſst sich nicht wahrnehmen, weil dasselbe eine ganz einförmige, durchsichtige Materie ist. Die Kügelchen gehen aus den letzten Enden der Arterien in die Wurzeln der Venen über. Ein Theil des Serums aber kann einen andern Weg nehmen, auf dem es sich nicht verfolgen läſst. Sieht man doch einzelne Blutkügelchen zuweilen von ihrer Straſse ablenken und seitwärts ins Zellgewebe dringen. Diese, sagt man, bahnen sich einen neuen Weg. Allein welchen Grund hat man, dies anzunehmen und nicht vorauszusetzen, daſs sie einen schon offenen Canal finden, worin vorher bloſses Serum floſs? Soviel ist gewiſs, daſs die organischen Elemente aller festen Theile der Wirbelthiere einen weit kleinern Durch-

messer als die Blutkügelchen haben, und dafs also zu jenen keine Gefäfse, die Cruor führen, sondern entweder nur solche, deren Inhalt farbenloses Serum ist, oder gar keine gehen können. Ich fand die Blutkügelchen eines Aals in der gröfsern Axe = 0,0123, in der kleinern = 0,0099 Millimeter. Die Elementarfasern der Muskeln dieses Fisches hatten nicht mehr als 0,0022 Millimeter im Durchmesser. Die letztern sind also fünf- bis sechsmal schmäler als die der Blutkügelchen, und können daher diese nicht zulassen. Etwas geringer, doch immer noch grofs genug, ist der Unterschied beim Maulwurf. Der Durchmesser der Blutkügelchen desselben, die nicht völlig rund, doch nur wenig oval sind, betrug 0,004 Millim. Die einfachsten Fasern, die ich in den Temporalmuskeln dieses Thiers bei einer 510maligen Vergröfserung unterscheiden konnte, hatten zwischen 0,001 und 0,002 Millim. im Durchmesser. Im Gehirn mehrerer Wirbelthiere sahe ich röhrenförmige Theile, die nichts Anderes als Gefäfse seyn konnten, aber ebenfalls eine weit geringere Weite hatten, als sie haben mufsten, um ein Blutkügelchen aufnehmen zu können. In allem thierischen Zellgewebe, das stark vergröfsert ist, erblickt man unter einander verschlungene Röhren, die einen weit kleinern Durchmesser als die Blutkügelchen haben.

Während die Blutkügelchen im Serum schwimmen und von dem Impuls, wodurch dieses getrieben wird, mit fortgerissen werden, können auf sie anziehende oder abstofsende Kräfte anderer Art wirken. Sie häufen

sich unter gewissen Umständen in Theilen an, zu welchen sie sonst nicht gelangen, z. B. in den sogenannten serösen Häuten bei Entzündungen derselben. Was treibt sie in solche Theile? Etwa eine verstärkte Thätigkeit der Arterien? Diese findet allerdings bei jeder Entzündung statt. Sie kann aber nur machen, dafs das Blut dem Theile, worin sich die stärker wirkenden Arterien verbreiten, schneller zuströhmt, nicht dafs es sich darin anhäuft, wenn nicht die Arterien eben soviel mehr Blut vom Herzen empfangen, als sie es in kürzerer Zeit forttreiben. Mit verstärkter Action des Herzens ist aber immer auch beschleunigter Rückflufs des Bluts durch die Venen verbunden, und so kann, wenn auch jene die verstärkte Thätigkeit einzelner Arterien begleitet, noch nicht partielle Anhäufung des Bluts erfolgen. Diese wird nur in Gefäfsen eintreten können, die sich an einer Stelle verengern, und vor derselben, nach der Seite hin, von welcher sie ihr Blut empfangen, erweitern. Doch auch dann entsteht nur Anhäufung des Bluts, noch nicht Entzündung, die sich durch stärkere Röthe und Spannung, vermehrte Wärme, und Gefühl von Schmertz in dem leidenden Theil von der blofsen Congestion unterscheidet. Man kann zwar sagen: Wenn in ein Gefäfs, das auf die erwähnte Art verengert und erweitert ist, das Blut stärker eindringt, so mufs dasselbe austreten und sich Wege bahnen, die sonst demselben nicht zugänglich sind, und das Eindringen des Cruors in Gefäfse, die sonst blofses Serum führen, kann die Symptome der Entzündung bewirken. Allein wenn ein

Gefäfs unterbunden ist, so findet doch das Blut, dem der gewöhnliche Weg versperrt ist, sehr bald einen Ausgang durch anastomosirende Zweige. Was hindert dasselbe bei der Entzündung, nicht ebenfalls durch solche Zweige zu entweichen?

Erwägt man dieses Alles, so wird man zugeben müssen, dafs Entzündung noch andere Ursachen als blofse Abweichung der mechanischen Bewegung des Bluts von ihrer gewöhnlichen Form haben mufs. Was zuverlässig in jedem entzündeten Theil vorgeht, ist Anhäufung der Blutkügelchen. Diese kann nicht auf mechanische Art entstehen, sondern mufs von einer anziehenden Kraft herrühren. Es ist möglich, dafs damit anfangs auch ein Anschwellen der Blutkügelchen verbunden ist. Doch läfst sich dies nicht beweisen. Die Blutkügelchen verändern allerdings ihr Volumen. Es hat mir oft geschienen, dafs sie mit Wasser vermischt anfangs sich ausdehnten. Da sie indefs im Wasser ihre Lage verändern und bald eine gröfsere, bald eine kleinere Axe dem Beobachter zuwenden, so hält es schwer, hierüber etwas Gewisses auszumachen.*)

---

*) J. Müller sagt (in Burdach's Physiologie B. 4. S. 105): er habe beobachtet, dafs die elliptischen Blutkörperchen der Fische, Amphibien und Vögel, nach der Vermischung mit Wasser, rund und kuglich würden. Dies sahe ich nie; wohl aber habe ich oft gefunden, dafs die Blutkügelchen unter Wasser eine Stellung annehmen, worin sie der Oberfläche des Wassers und dem Auge des Beobachters das eine Ende ihrer längern Axe in mehr oder weniger schiefer Richtung zukehren. In einer solchen Lage erscheinen sie dann freilich beinahe kuglich. Man überzeugt sich aber, dafs dieses Ansehn von ihrer veränderten Stellung herrührt, wenn man das Wasser soweit verdünsten läfst, bis sie nicht mehr darin aufrecht stehen, sondern

Zuweilen aber habe ich sie deutlich zusammengezogen gefunden, und zwar auch dann, wenn sie so eben erst aus den Blutgefäfsen eines lebenden Thiers hervorgetreten waren, und nicht etwa das Serum, worin sie schwammen, verdünstet war. Ihre äussere Hülle war dann oft so gefalten, dafs sie bei schwacher Vergröfserung als aus mehrern kleinern Kügelchen bestehend aussahen.

Die Blutkügelchen stehen in einer Wechselwirkung mit dem Serum. Ohne die Voraussetzung eines solchen Einflusses läfst sich nicht das Gerinnen des gelassenen Bluts erklären. Dieser wird aber durch einen Einflufs des Nervensystems geregelt, der von doppelter Art ist. Der eine ist fortwährend und erhält das angemessene Verhältnifs jedes Theils zum Ganzen und zur Aussenwelt. Der zweite tritt bei jeder Einwirkung der Aussenwelt auf den Körper und des Körpers auf die Aussenwelt ein. Beide sind in jedem besondern Theil von besonderer Art. Die Wechselwirkung zwischen den Blutkügelchen und dem Serum mufs sich also bei jedem Uebergang des Bluts in andere Zweige des Gefäfssystems verändern. Der fortwährende Einflufs und durch ihn diese Wechselwirkung wird aber

sich auf die Seite legen. In einem Tropfen einer Flüssigkeit, die specifisch schwerer ist als das Wasser, stehen sie nicht wie in dem letztern auf dem Grunde, sondern schwimmen an der Oberfläche, mit der breiten Seite nach oben gekehrt. Eine solche Flüssigkeit ist das Serum, und Wasser, worin Kochsalz und Zucker aufgelöst ist. Müller hat sich also auch getäuscht, wenn er glaubte, in diesen Materien veränderten die Blutkügelchen nicht ihre Gestalt wie im reinen Wasser.

auch abgeändert durch den gelegentlichen. Er ist von anderer Art in Krankheiten und besonders auch bei der Entzündung als im gesunden Zustande. Da wir aber jene Wechselwirkung nicht näher kennen, so ist uns auch das Wesen der Entzündung nur oberflächlich bekannt. Bei dem jetzigen Zustande unsers Wissens läfst sich nicht mehr als dies darüber sagen, dafs die Anhäufung der Blutkügelchen ein Gerinnen des Serums, einen gehinderten Durchgang des Bluts durch die Gefäfse des entzündeten Theils und entweder eine Verhärtung des letztern, oder ein Absterben jener Gefäfse und der umliegenden Substanzen zur Folge hat. Im letztern Falle wird neben diesen eine dem Magensaft analoge Flüssigkeit abgesondert, welche die abgestorbenen Theile auflöst und Trennung der Continuität hervorbringt. Die Auflösung bildet das Eiter, nach dessen Ausfliessen, bei angemessenen äussern Einflüssen und bei gesunder Beschaffenheit des übrigen Körpers, wieder jene fortwährende Wechselwirkung zwischen dem Blute und dem Serum zurückkehrt, welche die Substanzen, die sie vorher in ihrer Integrität erhielt, jetzt nach dem Verluste derselben reproducirt.

Bei der Entzündung von mechanischen Ursachen ist die Farbe des Bluts erhöhet und der gleich, die dasselbe in den Lungen bei der Einwirkung der atmosphärischen Luft annimmt. Es ist ungewifs, ob nicht auch eine Entzündung mit einem ganz entgegengesetzten Zustande des Bluts, einem solchen, wobei dasselbe mit Kohlensäure überladen ist, statt findet, und ungewifs, ob nicht auch noch in sonstigen Ab-

weichungen der Beschaffenheit des Bluts vom gesunden Zustande eine wesentliche Verschiedenheit der Entzündungen begründet ist. Soviel lehrt die Erfahrung, daſs diese sich verschieden in den verschiedenen Elementartheilen der thierischen Organe verhalten und durch gewisse Krankheiten, z. B. Scropheln und Siphylis, in ihren Erscheinungen abgeändert werden. Wer der Meinung ist, die Entzündung werde nicht modificirt durch die Textur der Organe und durch die Veränderungen, die sonstige Krankheiten in dieser hervorgebracht haben, sondern befalle verschiedene Elementartheile und äussere sich anders bei gewissen Krankheiten als unter andern Umständen, weil durch eine andere Mischung des Bluts und vielleicht auch einen andern Einfluſs der Nerven ihr Wesen abgeändert ist, hat eben soviel für sich als der Vertheidiger der entgegengesetzten Ansicht.

Es giebt eine andere Classe von Krankheiten, die ebenfalls, wie Fieber und Entzündung, bei dem Menschen und den höhern Thieren mit einem Leiden des sympathischen Nervensystems verbunden sind, bei denen jedoch vorzüglich das Blut entartet ist, die Thätigkeit der Gefäſse hingegen nicht in einem Grade von der gewöhnlichen abweicht, welcher mit den übrigen Symptomen in Verhältniſs steht. Diese sind nicht nur allen Thieren, sondern auch den Pflanzen eigen. Sie äussern sich durch gehemmte Ernährung des Ganzen oder einzelner Theile, durch perverse Ab- und Aussonderungen und durch Afterorganisationen. Dahin gehören die Rachitis, Siphylis, Harnruhr, Bildung

von polypösen und steinigen Concretionen u. s. w. Sie werden bei dem Menschen oft von Fieber und Entzündung begleitet. Aber diese gehen ihnen nicht immer vorher, sondern gesellen sich zu manchen von ihnen erst nach ihrer Entstehung. Bei den Pflanzen sind unter andern die Galläpfel Wirkungen einer örtlichen Abweichung der Ernährungsflüssigkeit von ihrem regelmäfsigen Zustande. Diese Auswüchse haben nach der Verschiedenheit der Insecten, von deren Stichen sie entstehen, eine verschiedene Gestalt. Dies könnte nicht der Fall seyn, wenn sie von blofser Reizung des Zellgewebes oder der Gefäfse herrührten.

Ein allgemeines Leiden des sympathischen Nervensystems kann nicht ohne Einflufs auf die übrigen Nerven und die Organe des Ursprungs derselben bleiben. Es folgt auf ein solches immer Schwäche und Unregelmäfsigkeit der Functionen, die von den Rückenmarksnerven regiert werden. Doch behauptet sich das Gehirn oft bei schweren Krankheiten des sympathischen Systems länger in seiner Thätigkeit als alle übrige Theile. Bei der Asiatischen Cholera behält der Kranke oft noch, wenn der übrige Körper schon ganz zerrüttet ist, den Gebrauch seiner Geisteskräfte, und die Fortdauer der mechanischen Bewegungen des Athemhohlens, bei schon gröfstentheils aufgehobener Wechselwirkung des Lungenbluts mit der Atmosphäre in dieser Krankheit, beweist, dafs hier selbst das verlängerte Mark erst spät an dem übrigen Leiden Theil nimmt. Die Ursache scheint zu seyn, weil die Nerven der Hirngefäfse unabhängiger als die des übrigen Körpers von

dem Bauchtheil des sympathischen Nerven sind, der in jener Krankheit vorzüglich angegriffen ist, und weil eine, von dem Athemhohlen durch die Lungen unabhängige, unmittelbare Einwirkung der Atmosphäre durch die Riechhaut der Nase auf das Gehirn statt findet.

Eine dritte Classe von Krankheiten machen die aus, wobei nicht der sympathische Nerve, sondern das übrige Nervensystem das ursprünglich Leidende ist. Diese haben Abweichungen vom natürlichen Zustande in den Functionen des Gehirns, der Sinnenwerkzeuge und der willkührlichen Bewegungsorgane zur Folge. Sie können in einer, ihnen unangemessenen Ernährung dieser Theile ihr Bestehen haben. Eine solche geht aber nicht nothwendig von einem Leiden der ihren Blutgefäfsen angehörigen Zweige des sympathischen Nerven aus. Die Verrichtung der letztern kann regelmäfsig seyn. Aber die Ernährung, die sie vermitteln, ist nicht mehr für den Zustand jener Theile geeignet, deren Thätigkeit entartet ist. Daher verschwinden oft solche Krankheiten nach Veränderungen des sympathischen Systems, wodurch dessen Wirkungsart mit dem Zustande der leidenden Theile in Harmonie gebracht wird. Diese Veränderungen sind dann aber auch in Beziehung auf den frühern Zustand immer krankhaft, und es wird durch sie entweder blos die Form des ursprünglichen Uebels verändert, oder nur eine relative Gesundheit hervorgebracht, wobei der Mensch oder das Thier zwar in einer andern, dem jetzigen Zustande angemessenen Sphäre, nicht aber mehr in der frühern.

sich wohl befinden kann. Von den Krankheiten der Pflanzen gehören in diese Classe die, bei welchen das Zellgewebe oder die Gefäfse die ursprünglich leidenden Theile sind. Es erfolgen hiernach bei den Gewächsen immer unregelmäfsige Aussonderungen und Symptome gestöhrten Wachsthums, aber auf andere Art als da, wo bei ihnen die Krankheit von den Säften ausgeht. So werden bei anhaltender trockner und heisser Witterung manche Pflanzen von einer Krankheit befallen, wobei sie auf der obern Fläche ihrer Blätter einen süfsen Saft ausschwitzen. Die Ursache hiervon kann in einer blofsen Zusammenziehung der Zellen unter der Oberhaut liegen, wodurch der schleimige Saft derselben nach aussen hervorgeprefst wird, der sich dann an der Luft, durch die Einwirkung des Sauerstoffs derselben, zum Theil in Zucker verwandelt.*)

Viele der Krankheiten, bei welchen eine ursprüngliche Mischungsveränderung des Bluts statt findet, bringen während ihres Verlaufs einen Stoff hervor, der in gleichartigen Individuen sich reproducirt, nachdem er in ihnen die nehmliche Krankheit verursacht hat. Solche Krankheiten sind ansteckende. Sie herrschen selbst unter den Thieren der niedern Classen, z. B. unter den Blutegeln, die oft haufenweise unter Umständen sterben, wobei nur ein Contagium die Ursache des Fortschreitens der Krankheit von Individuum zu Individuum seyn kann. Die Ansteckung geschieht entweder durch unmittelbare Berührung, oder durch

*) L. C. Treviranus in den Verm. Schriften von G. R. und L. C. Treviranus. B. 4. S. 90 fg.

Vermittelung fester Körper, woran das Contagium haftet, oder durch die Atmosphäre als Auflösungsmittel des ansteckenden Stoffs. Durch das Wasser im tropfbar flüfsigen Zustande ist keine Uebertragung der Contagien nach den bisherigen Erfahrungen möglich. Doch sind der letztern noch nicht soviele und so entscheidende, dafs sich mit Gewifsheit von allen ansteckenden Materien sagen läfst, ob sie sich nicht im Wasser erhalten und durch dasselbe mittheilen. Mit der verschiedenen Beschaffenheit der Luft wechselt die auflösende Kraft desselben. So ist der Moschus nur in feuchter Luft auflöslich und duftend. In einer, durch chemische Mittel ganz trocken gemachten Atmosphäre hat er gar keinen Geruch. Von der verschiedenen Beschaffenheit der Atmosphäre hängt aber auch die Empfänglichkeit für die Einwirkung des Contagiums mit ab. Der eine dieser Factoren der Ansteckung kann den andern beschränken; oder es können beide gleichartig wirken. Ihr verschiedenes gegenseitiges Verhältnifs verursacht grofse Anomalien in der Art der Verbreitung der Seuchen, die durch Vermittelung der Luft ansteckend sind.

Bei mehrern ansteckenden Krankheiten bilden sich Afterorganisationen, die bei jeder von eigener Form sind und während ihrer Blüthe den Stoff, wodurch die Fortpflanzung der Krankheit geschieht, in sich hervorbringen. Die Erzeugung dieser Auswüchse hat Aehnlichkeit mit der Entstehung der parasitischen Thiere und Pflanzen. Doch sind jene Gebilde nicht am thierischen Körper selbstständige Wesen. Wohl aber

können manche Pilze und andere cryptogamische Gewächse, die besondern Pflanzenarten eigen sind und von einzelnen Individuen auf andere gleichartige übergehen, selbstständige lebende Producte ansteckender Stoffe seyn, welche letztere den Saamen jener Gewächse ausmachen. Dieser Uebergang ist zwar von Unger *) bezweifelt worden. Er glaubt, die Blattschwämme machen nicht die Pflanzen krank, sondern entstehen auf Pflanzen, die durch übermäfsige Feuchtigkeit, schnellen Wechsel der Temperatur und andere ähnliche Ursachen krank gemacht sind. Allein ein von ihm selber bemerkter Umstand spricht für ein häufiges Stattfinden des Gegentheils. Er beobachtete, dafs, wie die Thiere in der Regel nicht von zwei exanthemathischen Krankheiten zu gleicher Zeit befallen werden, so auch auf jeder einzelnen Pflanze selten mehr als Eine Art von Blattpilzen vorkömmt. Dies würde nicht der Fall seyn können, wenn diese sich nicht nach Art der acuten Exantheme durch Ansteckung verbreiteten.

Die Erzeugung der Contagien erstreckt sich weiter als man gewöhnlich annimmt. Die meisten der Seuchen, die man miasmatische nennet und deren Verbreitung man von Stoffen der Atmosphäre, die nicht Producte des Lebens seyn sollen, ableitet, sind in der That contagiöse. Die, welche nicht zu diesen gehören, gehen entweder nicht weit über gewisse Bezirke hinaus, wo sich physische Ursachen nachweisen lassen,

*) In dessen Beiträgen zur speciellen Pathologie der Pflanzen. Regensb. botan. Zeitung. 1829. N. 19 u. 20.

die auf alle Bewohner derselben wirken, oder verbreiten sich nur in einer gewissen Richtung mit herrschenden Winden, oder entstehen nicht von fremdartigen Stoffen der Atmosphäre, sondern von plötzlichen und grofsen Veränderungen der Wärme und Kälte, der Stärke des Tageslichts, der Dichtigkeit, Feuchtigkeit und vielleicht auch des electrischen Zustandes der Luft, die gewissen Arten der Thiere und Pflanzen nicht angemessen sind.

Durch jenes Ansteckungsvermögen sind alle lebende Wesen gegenseitig für einander äussere Krankheitsursachen. Sie gehören ausserdem dazu vermöge des Einflusses, den die einen auf das Medium, worin die andern leben, und auf die Nahrungsmittel derselben haben. Sie sind selbst, auch abgesehen von den Wunden und Verstümmelungen, die sie einander beibringen, ausser dem Licht und der Wärme die häufigsten und allgemeinsten dieser Ursachen. Die beiden letztern Agentien wirken als solche Ursachen vorzüglich auf die Pflanzen, die dem Einflufs derselben nicht wie die Thiere entfliehen können, und von Unregelmäfsigkeiten der Witterung unmittelbarer und heftiger als die Thiere angegriffen werden. Hiervon entstehen bei ihnen die Bleichsucht, der Honigthau, der Gummi- und Harzausflufs, der Krebs, der Brand, die Wurmtrocknifs und das Mutterkorn. Diese Krankheiten kommen der Vermehrung mancher Thiere zu Gute, die grade an kranken Pflanzen eine ihnen angemessene Nahrung finden, wie der Borkenkäfer auf den, an Wurmtrocknifs kranken Fichten. Hingegen leiden viele andere Arten darunter, weil entweder

ihnen dadurch die Nahrung ganz entzogen wird, oder sie keine gesunde Speise an den kranken Pflanzen finden, oder die Atmosphäre von den mephitischen Ausdünstungen derselben für sie verunreinigt wird. Umgekehrt gewinnen und verliehren die Pflanzen bei der Vermehrung und Verminderung der Thiere. Sie gewinnen, wenn der Boden durch eine gröfsere Menge verwesender animalischer Substanzen für sie mehr nährende Kraft erhält; sie verliehren auf der einen Seite bei der Verminderung der Thiere, indem ihnen dadurch animalischer Dünger entzogen und bei manchen, in Ermangelung von Insecten, die Befruchtung aufgehoben wird; auf der andern durch Vermehrung der Thiere, denen sie zur Nahrung dienen. Durch diese Gegensätze sind der Vervielfältigung der Individuen jeder Art des Thier- und Pflanzenreichs Schranken gesetzt, und daher kömmt es, dafs Thiere, die in einem Jahr sehr häufig sind, im folgenden nur einzeln vorkommen. So herrschte, als im Jahre 1831 die Flachs- und Leinfelder in mehrern Gegenden Deutschlands von einer ungeheuren Menge Raupen der Noctua Gamma verwüstet wurden, unter diesen Insecten zu derselben Zeit eine Seuche, wodurch soviele getödtet wurden, dafs von ungefähr 300 Stück nur 3 bis 5 die Periode der Verwandlung erreichten.*) Und so beobachtete Loschge, dafs von 60 Individuen einer Raupenart, die im Jahre 1783 die Kieferwaldungen im Nürnbergschen verheerte, die eine Hälfte

---

*) Freyer in der Isis. 1832. H. 2. S. 144.

starb ohne sich zu verpuppen, die andere sich zwar verpuppte, aber, angestochen von Schlupfwespen, keine Schmetterlinge lieferte. *)

Gegen dieses feindliche Wirken der ganzen Natur auf jedes Lebende besitzt das letztere jedoch auch wieder ein Schutzmittel nicht nur in dem Vermögen, seinen Zustand den äussern Einflüssen anzupassen und die äussern Einflüsse nach seinem Zustande zu modificiren, sondern auch in einer Kraft, wodurch nach wirklichem Erkranken die harmonische Thätigkeit der Theile wieder hergestellt wird, wenn die Disharmonie nicht gewisse Gränzen übersteigt. Diese Kraft ist die nehmliche, die den organischen Körper aus formloser Materie bildet. Sie wirkt das ganze Leben hindurch als ernährend in ihm fort und äussert sich als redintegrirend bei Verwundungen, als reproducirend bei gänzlichem Verlust einzelner Theile. Was sie hierbei thut, geschieht auch durch sie auf abgeänderte Weise bei allen innern Krankheiten. Jedes innere Leiden des Körpers hat sein Bestehen durch eine innere Veränderung der Organisation, und alle Heilung ist Herstellung der dem gesunden Zustande angemessenen Form, Textur und Mischung. Die Abweichung von der Norm beruhet wohl nicht immer auf einem veränderten gegenseitigen Verhältnifs der organischen Elementarstoffe. Liebig's Knallsäure und Wöhler's Cyansäure haben, bei ganz gleicher Zusammensetzung und Sättigungscapacität, sehr verschiedene Eigen-

*) Der Naturforscher. St. 21. S. 50 fg.

schaften. Die gleich nach dem Schmelzen aufgelöste Phosphorsäure und das stark geglühete phosphorsaure Natrum zeigen Eigenthümlichkeiten in ihrem Verhalten gegen Reagentien, die sich nicht an ihnen finden, wenn sie nicht kurz vorher geschmolzen oder geglühet sind, obgleich sowohl ihre Bestandtheile als das gegenseitige Verhältnifs dieser Theile in ihnen die nehmlichen in dem einen wie in dem andern Falle sind. Ein ähnlicher Grund, wie bei dieser chemischen Verschiedenheit unorganischer Materien statt findet, kann auch die Thätigkeit der thierischen und vegetabilischen Organe abändern.

Die Rückkehr zur Norm ist aber nich ohne ungewöhnliche Anstrengungen (Crisen) möglich, die sich mit den eigentlichen Krankheitssymptomen vermischen. Daher ist jede Krankheit als äussere Erscheinung zusammengesetzt aus Folgen der disharmonischen Thätigkeit der Organe und aus Aeusserungen der Heilkraft der Natur. Der Impuls zu den Crisen geschieht immer durch ein Wirken des geistigen Princips in den Organen des unbewufsten Lebens. Er entsteht daher im Schlafe, ist gleichartig mit den Aeusserungen des Instincts, und giebt sich oft auch als solche durch das Erwachen von Trieben zu erkennen, die auf ungewöhnliche, aber heilsame Dinge gerichtet sind. In sehr schweren Krankheiten gränzt dieser Schlaf an den Scheintod. Die Umwandlung der krankhaft veränderten Organisation kann in ihnen nur dadurch geschehen, dafs das kranke Wesen auf einige Zeit in einen ähnlichen Zustand des Aufhörens der äussern

Lebensregungen versinkt, wie der Puppenzustand für die Verwandlung der Raupe in den Schmetterling ist.

Die Aeusserungen der Heilkraft der Natur sind vorbereitende und vollendende. Die erstern zwecken auf die Entfernung der Materien ab, welche die Krankheit als relativ äussere Ursachen unterhalten. Die letztern bewirken die Umwandelung der veränderten Organisation. Jene Entfernung geschieht durch verstärktes oder in der Form abgeändertes Wirken ausleerender Organe, oder auch durch Rückkehr zweckwidriger Thätigkeiten zur Zweckmäfsigkeit. So entleert sich der Magen des Unverdaulichen durch Erbrechen, der Darmcanal des Unverdauten durch Durchfall. Beide Organe können sich aber auch krampfhaft um einen reizenden Stoff zusammengezogen haben, in welchem Falle, bevor dieser ausgeleert werden kann, die zweckwidrige Thätigkeit erst aufgehört haben mufs. Die Umwandelung der veränderten Organisation wird durch Vermehrung, Verminderung und qualitative Veränderung der zwischen dem Blute, den Gefäfsen und da, wo es ein Nervensystem giebt, diesem System bestehenden Wechselwirkung hervorgebracht. Sie ist immer mit verstärkter und besonders modificirter Thätigkeit einzelner oder aller Ausleerungsorgane verbunden. Es scheint Heilmittel zu geben, welche diese Umwandelung direct bewirken. Die meisten aber tragen nur indirect zur Heilung bei, indem sie zu heftige Kraftäusserungen der Organe mäfsigen, zu schwache verstärken, einigen eine veränderte Richtung geben, und so nur die Heilkraft der Natur unterstützen.

welche die zu der Umwandelung erforderliche Veränderung der chemischen Elemente des Organischen oft schon blos durch Abänderungen der chemischen Vorgänge bei dem Athemhohlen und der Hautausdünstung erreichen kann. Alle Anwendung von Heilmitteln war indefs von jeher ein unsicherer, oft ein schädlicher Versuch, und wird immer ein solcher bleiben, weil auch bei der sichersten Theorie kein menschlicher Scharfblick in jedem individuellen Fall die Krankheit gleich anfangs, wo sie oft allein heilbar ist, ihrem Wesen nach wird erkennen, die Symptome derselben von denen, die Wirkungen heilsamer Bestrebungen der Natur sind, genau unterscheiden und die Gränzen des Thuns und Lassens fest bestimmen können.

In den verschiedenen organischen Reichen äussert sich die Heilkraft der Natur auf verschiedene Weise. Bei den Gewächsen und den niedern Thieren ist sie mehr örtlichen als allgemeinen Krankheiten gewachsen. Die Pflanze treibt für Einen beschädigten Ast viele neue. Sie stirbt aber, wenn nach warmen Tagen ein scharfer Nachtfrost sie trifft und sie gleich nachher von der Sonne beschienen wird. Das Reproductionsvermögen ist eben so stark, nur anders modificirt, bei den mehresten Zoophyten, den Würmern, den Mollusken, und selbst noch bei vielen Insecten als bei den Pflanzen. Manchen dieser Thiere kostet es weniger, ganze Gliedmaafsen als einzelne Theile derselben zu ersetzen. Die Krebse und Spinnen werfen

beschädigte Beine ganz weg und erzeugen dafür neue. *) Aber die mehresten dieser Thiere haben dagegen, wie die meisten Pflanzen, ein weit geringeres Vermögen, sich den atmosphärischen Einflüssen verschiedener Gegenden anzuschmiegen, als der Mensch und als viele der höhern Thiere. Sie sind nur gesund in ihrem, meist sehr beschränkten Vaterlande und werden nie, sich selber überlassen, in fremden Climaten einheimisch. Bei dem Menschen und den höheren Thieren ist das Reproductionsvermögen von geringerer, hingegen das Gewöhnungsvermögen von höherer Stärke, und deswegen überwinden sie äussere, locale Krankheiten weniger leicht, hingegen innere, allgemeine leichter als die niedern Thiere und als die Pflanzen.

Diese allgemeinen Sätze erleiden freilich im Einzelnen manche Einschränkung. Allein wenn man ganze Classen von organischen Wesen in Beziehung auf gewisse Puncte mit einander vergleicht, so sind die Arten auszuwählen, die in Betreff dieser Puncte die Extreme ausmachen. So giebt es allerdings unter den niedern Thieren einige Arten, die z. B. eine strengere Kälte ihrer Gesundheit unbeschadet aushalten, als viele Säugthiere. Manche Raupen können gefrieren und wieder aufthauen, ohne darunter zu leiden. Aber diese Insecten halten doch nicht den langen Winter der Eiszone aus, in welcher sich der Eisbär bei einer Kälte, die das Quecksilber gefrieren macht, wohl befindet.

*) C. Heineken, Zoolog. Journ. Vol. 4. p. 422.

Uebrigens ist jede Heilkraft der Natur bei jeder Art der organischen Wesen auch noch auf besondere, der Form ihres Lebens angemessene Weise modificirt. Es werden z. B. abgebrochene Zähne im Allgemeinen den Säugthieren nicht wieder redintegrirt, wohl aber die obern Schneidezähne den Murmelthieren, die bei ihrer Lebensweise Verstümmelungen dieser Art sehr unterworfen sind. *)

*) Mangili in Reil's u. Autenrieth's Archiv f. d. Physiol. B. 1. S. 433.

VIERZEHNTES BUCH.

Erlöschen des Lebens

und

Uebergang des Organischen in andere Formen des Daseyns.

Das Leben des Individuums endigt sich mit Auflösung des Bandes, das Geist und Körper vereinigt. Hiermit hört das Organische auf, organisch zu seyn. Es ist möglich, dafs es dann wieder für eine neue Form des Lebens organisirt wird. Ein solcher Uebergang kann aber nicht ohne Rückkehr desselben zum ursprünglichen Zustand der formlosen Materie und ohne neue Erzeugung geschehen.

Der Tod tritt entweder in Folge eines nothwendigen Gesetzes oder durch Zufall ein. Es könnte scheinen, er sey im erstern Fall ebenfalls nur zufällig, weil unter den zahllosen Ursachen des zufälligen Todes Eine jedes lebende Individuum doch endlich treffen müsse. Allein es mufs für alles Lebende eben sowohl ein nothwendiges Sterben als eine Erzeugung, Entwickelung und Blüthe geben: denn sonst würde folgen, was offenbar unrichtig ist, dafs alle Perioden des Lebens blos Wirkungen äusserer Einflüsse seyen. Doch haben

freilich diese auch auf den Eintritt des natürlichen Todes, wie auf die Art der Entwickelung des Lebens, mittelbar Einflufs. Bei vielen Pflanzen und niedern Thieren steht jener mit der Ausübung des Zeugungsgeschäfts in naher Beziehung. Im Allgemeinen gilt der Satz: Dafs bei Gleichheit der Constitution alle intensive Erhöhung der Lebensthätigkeit die Extension des Lebens verkürzt. Hierbei ist aber die Constitution immer zu berücksichtigen. Bei einer stärkern Constitution kann ein sehr reges Leben länger dauern, als bei einer schwächern ein weniger bewegtes.

Man hat gesagt: „Die Thatsache des nothwen„digen Todes sey eine Widerlegung der spiritualisti„schen Ansicht des Lebens; das Geistige sey seinem „Wesen nach einig und innerlich, mithin sich selbst „bestimmend, frei und unbedingt; wenn nun das Leben „die Wirkung des Geistigen wäre, so könne es nicht „den Grund seines Endes enthalten, denn das Freie „könne nur sich selbst setzen, nicht sich vernichten, „und wenn die Selbsterhaltung auf einem unbedingten „Grund beruhe, so müsse sie auch ewig seyn." *) Aber wie kann man ein einzelnes geistiges Wesen, das in irgend einer Form des irdischen Lebens wirkt, für absolut frei und unbedingt ansehen? Ist nicht jedes Wort überflüssig, das zur Widerlegung einer solchen Annahme ausgesprochen wird?

Der zufällige Tod ist aber auch nur zufällig für das Individuum, nicht für die ganze Natur. Es läfst sich dieser Satz zwar direct nur von dem mensch-

*) Burdach's Physiologie als Erfahrungswissenschaft. B. 3. S. 559.

lichen Geschlechte, und auch von diesem bisjetzt nur aus den Sterbelisten einiger der civilisirtesten Gegenden Europa's beweisen, aus welchen sich ergiebt, dafs für gröfsere Länder die Zahl der Todesfälle sich gegen die der Geburten im Ganzen immer gleich bleibt, was auch für zufällige Ereignisse auf die Menschen wirken mögen. Ständen aber nicht alle übrige lebende Wesen ebenfalls unter diesem Gesetz, so würde sich bald ein Verschwinden ganzer Arten zeigen müssen. Es giebt nun freilich ein Steigen und Sinken in der jährlichen Zahl der Individuen jeder Art. Allein es hat entweder das eine gegen das andere ein solches Verhältnifs, dafs beide in einer Reihe von mehrern Jahren einander ausgleichen, oder es tritt ein ungewöhnlich hohes Steigen nur auf kurze Zeit, unter sehr selten wiederkehrenden Umständen und ohne Folgen für die Zukunft ein. So wurden die Kieferwaldungen der Gegenden um Nürnberg im Jahr 1725, und dann erst wieder 1783 vom Raupenfrafs verheert. In der Zwischenzeit von 58 Jahren bemerkte man nicht eine Spur des verwüstenden Insects. *) Hiermit ist indefs nicht ein für alle Zeiten unveränderliches Bestehen eines und desselben Grades der Sterblichkeit in jeder Art behauptet. Die Tausende von Thier- und Pflanzenarten der Vorwelt, deren Ueberbleibsel in den verschiedenen Erdschichten begraben liegen, verschwanden schwerlich alle plötzlich. Selbst noch in neuern Zeiten ging eine Vogelart, der Dronte (Didus ineptus) durch allmähliges Aussterben unter. So werden vielleicht noch manche Arten der jetzigen lebenden Wesen nach Jahr-

*) Loschge im Naturforscher. St. 21. S. 27.

tausenden nicht mehr seyn, und andere ihre Stellen eingenommen haben, die wir gar nicht oder nur als Seltenheiten kennen. Diese Veränderungen aber können, wenn nicht die ganze Erde plötzliche Umwandelungen erleidet, erst einer sehr späten Nachwelt bemerkbar werden.

Die Sterblichkeit ist bei allen organischen Wesen am gröfsten in der ersten Zeit nach der Geburt, und nimmt von dieser an bis zu einer gewissen Zeit des Alters beständig ab. Der Grund liegt vorzüglich in der gröfseren Empfindlichkeit der neugebohrnen Thiere und der keimenden Pflanzen gegen die Beschaffenheit des Mediums, worin sie sich entwickeln. Dem jungen Vogel bringt ein Grad von Kälte den Tod, den der erwachsene ohne Nachtheil erträgt. *) Noch mehr als die schon ausgeschlossenen Jungen sind die Eier der nicht lebendiggebährenden Thiere und die Saamenkörner der Pflanzen dem Vergehen unterworfen. Manche Thiere legen soviel Eier und manche Gewächse tragen soviel Saamen, dafs, wenn nicht der gröfste Theil davon umkäme, diese Arten durch ihre Vermehrung viele andere verdrängen müfsten. O. F. Müller zählte 1600 Eier, die ein einziger Schmetterling der Bärenraupe (Bombyx Caja) gelegt hatte. **) Setzt man, dafs von den Embryonen dieser Eier nur der vierte Theil aus Weibchen bestand, von welchen jedes ebenfalls wieder 400 Weibchen geliefert hätte, so würde, wenn dies so fortgegangen wäre, ein einzelnes Paar jener Phaläne nach zwei Jahren oder im dritten Gliede schon 256

*) Flourens, Annales des sc. natur. T. 18. p. 62.

**) Der Naturforscher. St. 20. S. 137.

Millionen Bärenraupen hervorgebracht haben. Die grofse Fruchtbarkeit dieser und vieler anderer Thiere und Pflanzen zweckt eben so sehr auf die Erhaltung sonstiger organischer Wesen, denen ihre Brut zur Nahrung dient, als auf die Fortdauer ihrer eigenen Art ab.

Aus den Sterbelisten gröfserer Städte ergiebt sich das Gesetz, dafs beim Menschen die Sterblichkeit in den ungradzahligen Lebensjahren gröfser als in den gradzahligen ist. *) Hiermit steht vielleicht der, den meisten acuten Krankheiten eigene dreitägige Typus in Verbindung. Es läfst sich aber weder für den einen noch für den andern Umstand ein wahrscheinlicher Grund angeben.

Der Tod, wovon wir bisher redeten, ist der allgemeine. Das Ganze kann aber den Verlust eines einzelnen Theils überleben, und so giebt es auch ein partielles Absterben. Dieses ist jedoch ohne unmittelbare tödtliche Folgen für das Ganze nur möglich entweder in Organen, die mit dem Leben des Ganzen in keiner nahen Beziehung stehen, oder da, wo das Reproductionsvermögen so kräftig ist, dafs der absterbende Theil in demselben Verhältnifs, worin er aufhört mit dem Ganzen in Wechselwirkung zu stehen, durch einen neuen ersetzt wird. Von der erstern Art sind die Organe der Ortsbewegung. Das Letztere findet bei den Knochen der meisten Wirbelthiere und in niederm Grade auch des Menschen statt. Ist bei einem einzelnen Organ oder System von Organen keines von Beiden der Fall, so zieht das Absterben desselben den

*) Burdach a. a. O. B. 3. S. 587 fg.

allgemeinen Tod nach sich. Solche Theile sind: der Nahrungscanal; die Drüsen, woraus sich in denselben Säfte ergiessen, die bei der Verdauung mitwirkend sind; die harnbereitenden und den Harn ausleerenden Organe; die Werkzeuge des Athemhohlens; das Herz nebst den übrigen, Blut oder Lymphe führenden Gefäfsen, und einzelne Theile des Nervensystems. Der allgemeine Tod erfolgt, sobald das verlängerte Mark so zerrüttet ist, dafs alle Wirkung des Geistigen auf das Körperliche aufhört. Dies geschieht unmittelbar oder mittelbar: unmittelbar durch Einflüsse, die gradezu auf das verlängerte Mark selber wirken, z. B. durch einen electrischen Schlag, Zerschmetterung oder Zerschneidung desselben; mittelbar durch Mischungsveränderungen des Bluts. Jede Aufhebung der Function eines einzelnen Organs oder Systems von Organen zieht den allgemeinen Tod dadurch nach sich, dafs sie das Blut unfähig macht, die Thätigkeit des verlängerten Marks zu unterhalten.

Tritt der allgemeine Tod in Folge eines solchen unmittelbaren Einflusses auf das verlängerte Mark ein, wobei die zum Leben nöthige Beschaffenheit des Bluts noch einige Zeit fortdauern kann, so äussern, vermöge eines zurückbleibenden automatischen Wirkens der Nerven, einzelne Theile in gewissem Grade noch die ihnen eigenthümlichen Lebenserscheinungen. Unter diesen ist dann aber um so weniger Zusammenhang, je abhängiger das Leben des Ganzen von dem des verlängerten Marks oder des, bei den wirbellosen Thieren dessen Stelle vertretenden Organs ist. Vorzüglich äussert sich die Fortdauer des partiellen Lebens in den muskulösen

Theilen, und zwar nach der aufhörenden Einwirkung des Gehirns auf den übrigen Körper zuerst durch unwillkührliche Bewegungen in demselben, die bald in einem bloſsen Erzittern der Muskelfasern, bald in heftigern abwechselnden Zusammenziehungen und Erschlaffungen bestehen. Nachdem diese aufgehört haben, werden jene Fasern nur durch unmittelbar auf sie einwirkende äussere Reize in Bewegung gesetzt. Die Fortdauer der Contractilität ist sehr verschieden nach der Verschiedenheit der Thierarten, der Constitution des Individuums und der Umstände, unter welchen sich dieses vor dem aufhörenden Einfluſs der Hirnthätigkeit auf den übrigen Körper befunden hat und nachher befindet. Sie steht nicht immer mit der sonstigen Tenacität des Lebens in gradem Verhältniſs. Unter den Schnecken ertragen viele den Hunger und den Mangel an athembarer Luft noch weit länger als die meisten Amphibien. Aber in abgeschnittenen muskulösen Theilen der erstern erhält sich doch die Reizbarkeit nicht länger, oder nicht einmal so lange als in denen der letztern. Nur eine kurze Zeit bleibt sie in den, vom Ganzen getrennten Gliedmaaſsen der mehresten Insecten zurück. In Froschschenkeln sahe ich die Empfänglichkeit für den Galvanischen Reiz sich länger behaupten, wenn die Frösche vor dem Versuch gehungert hatten, als wenn sie wohl genährt waren, und von den beiden Hinterschenkeln eines und desselben Frosches reagirte der eine, der durch seine Blutgefäſse mit dem übrigen Körper in Verbindung geblieben war, weit länger gegen die Electricität einer Verbindung von Zink und Eisen als der andere, dem

die Blutgefäfse durchschnitten waren. Dieser Ursachen wegen läfst sich keine, allgemein gültige Stufenleiter für die einzelnen muskulösen Theile des Menschen und der Thiere in Rücksicht auf die Fortdauer ihres partiellen Lebens angeben. *)

Während dem Verschwinden aller Empfänglichkeit für die Einwirkung äusserer Reize häufen sich bei den Wirbelthieren in den meisten Fällen die Blutkügelchen in den Venen an. Man glaubt gewöhnlich, dafs die Arterien sich dabei ganz entleeren. Aber sie müfsten, wenn sie dies thäten, mit Luft angefüllt seyn, was sie doch nicht sind. Ihr Inhalt ist im Leichnam ein farbenloses Serum, wovon sich der rothe Theil des Bluts ganz getrennt hat. Den Grund dieser Erscheinung suchte man in einer Verengerung der Schlagadern; in der Capillarattraction, welche die Häute dieser Gefäfse auf das in ihnen befindliche Blut ausübten; in dem Ausschwitzen und Verdünsten des Blutwassers, wodurch die meist ohnehin schon sehr verringerte Masse des Bluts vermindert würde, und in dem Einflufs der Schwere. Allein die vorausgesetzte Zusammenziehung der Arterien ist unbewiesen und kann weder so stark seyn, noch solange dauern, dafs nicht das, dadurch in die Venen geprefste Blut wieder zurücktreten würde. Durch die Haaranziehung, Verdünstung und Ausschwitzung des Blutwassers würde in den Schlagadern grade das Gegentheil dessen, was wirklich geschieht, bewirkt, nehmlich die Masse der Blutkügelchen in Verhältnifs zum Serum, das am ersten eingesogen werden, ausschwitzen und verdünsten müfste,

*) Biologie. B. 5. S. 275 fg.

vermehrt werden. Die Schwere des Bluts hat die Folge, dafs diese Flüssigkeit, und besonders der schwerere, rothe Theil derselben, aus den Gefäfsen der höher liegenden Organe in die der untern herabsinkt; sie kann aber nicht machen, dafs das Blut niedrig liegende Arterien verläfst und sich in höher liegenden Venen ansammelt. *)

Die wahre Erklärung dieses Vorgangs ist darin zu suchen, dafs nach dem Tode, wenn alle, von dem Antrieb des Herzens und der Gefäfse herrührende Bewegung der ganzen Blutmasse aufgehört hat, noch ein Fliessen der Blutkügelchen im Serum fortdauert, welches durch eine Anziehung vom Sauerstoff der Luft bewirkt wird. Vermöge dieser Ursache begeben sie sich in die Venen, durch deren dünne Wände die Luft mehr Einflufs als durch die dicken Häute der Arterien auf sie hat, und drängen sich, wenn sie nicht vom Gegenwirken der Schwere daran verhindert werden, nach den Stämmen jener Adern hin, um in die Lungen zu gelangen, die auch nach dem letzten Ausathmen immer noch einen Vorrath von atmosphärischer Luft enthalten. Sie würden sich auch unter der äussern Fläche des Körpers ansammeln, nähme nicht die schwindende Lebenswärme darin zuerst ab, und würden sie nicht durch die äussere Kälte von denselben nach den innern, länger warm bleibenden Theilen hingetrieben. Für die Richtigkeit dieser Erklärung spricht die Thatsache, dafs nach dem Tode von Erstickung, also dann, wenn die Luft der Lungen keinen Sauerstoff enthält, und nach Krankheiten, worin das Blut schon vor dem

---

*) Wedemeyer (Untersuchungen über den Kreislauf des Bluts. S. 417), der diese Erklärungsgründe annimmt, gesteht doch am Ende, dafs sie nicht hinreichend sind und dafs in der Erscheinung noch viel Dunkeles bleibt.

Tode grofse Mischungsveränderungen erlitten hat, die gröfsern Arterien noch geraume Zeit mit rothem Blut angefüllt bleiben. *)

Nachdem die Blutkügelchen sich in den Venen angesammelt haben, erfolgt in dem Serum, worin sie liegen, das Nehmliche, was in gelassenem Blute eintritt: die Bildung eines, aus sogenanntem Faserstoff bestehenden Crassaments, wovon jene Kügelchen eingehüllet werden. Aus diesem entstehen ohne Zweifel die falschen Polypen, die man häufig in Leichnamen findet. Es ist aber nicht wahrscheinlich, dafs sich nach dem Tode, in Folge eines blofsen Durchschwitzens des Bluts, ausserhalb der Gefäfse noch falsche Membranen erzeugen können. Todte Gefäfse, die durch Einspritzen oder durch den Druck einer grofsen Masse von Flüssigkeit sehr ausgedehnt werden, lassen zwar Wasser durch ihre Wände fahren, und durch die Gallenblase dringt die Galle, durch die Hornhaut die wäfsrige Feuchtigkeit nach dem Tode hervor. Allein es ist nicht bewiesen, dafs die Blutgefäfse im Leben, wenn eine Flüssigkeit mit gleicher oder vielleicht noch geringerer Gewalt wie bei der Injection auf sie wirkt, nicht eben soviel Wasser als im frischen Leichnam ausschwitzen lassen; im Gegentheil das Ausbrechen des Schweisses, welches doch ohne Zweifel durch Transsudation geschieht, nach verstärktem Antrieb des Bluts zur äussern Fläche des Körpers ist ein Grund, ein eben so starkes Durchschwitzen im Leben als in der ersten Zeit nach dem Tode, wo die Cohäsion der organischen festen Theile noch nicht durch Zersetzung geschwächt ist,

*) Erfahrungen hierüber hat Wedemeyer (a. a. O. S. 415) zusammengestellt.

anzunehmen. Im Leichnam treibt nichts das Blut mit solcher Gewalt in einzelne Theile, dafs davon ein Durchgang des Serums durch die Wände der Gefäfse, solange sie noch ihre Festigkeit haben, verursacht werden könnte. Was das Durchschwitzen der Galle durch die Gallenblase und der wäfsrigen Feuchtigkeit durch die Hornhaut betrifft, so ist dabei zu erwägen, dafs im Leben allem Durchschwitzen, welches auf den Flächen innerer Theile vorgeht, immer eine Resorbtion, und dem, welches nach aussen geschieht, ein Ersatz des Austretenden entspricht. Diese Gegenwirkungen hören mit dem Tode auf, und deswegen können sich nach demselben Ereignisse einstellen, die nicht im Leben statt finden, wenn auch der Tonus der Theile nach dem Tode noch nicht verändert ist. Die Galle schwitzt aber auch immer dann erst durch, wenn die Gallenblase schon ihren Tonus zu verliehren anfängt.

Eine andere Veränderung, die sich bei dem Menschen und den Thieren bald nach dem Tode einfindet, ist eine Erstarrung aller Muskeln. Diese besteht nicht in einer Zusammenziehung, sondern in einer blofsen Steifheit, wobei der Muskel die Dimensionen behält, die er zur Zeit des Eintritts der Veränderung hatte. Sie ereignet sich nach Nysten's *) Erfahrungen bei allen Wirbelthieren. Dafs auch die Crustaceen, Insecten und Würmer davon befallen werden, sieht man an jedem dieser Thiere, das man in Weingeist oder in kochendem Wasser sterben läfst. Der Körper desselben wird sehr bald steif und bei den Insecten oft mit ausgestreckten Gliedmaafsen, erschlafft aber nachher wieder, wenn er nicht an der Luft austrocknet. Bei

*) Recherches de Physiol. et de Chimie pathologique.

den Mollusken ist es schwer zu bestimmen, ob und wann die Unbeweglichkeit, worin sie nach der Einwirkung tödtender Einflüsse gerathen, Folge des Todes ist. Sie ziehen unter solchen Umständen alle Muskeln so stark und so anhaltend zusammen, dafs keine Reizungen Reactionen hervorbringen, und bleiben in diesem Zustande bis zum Anfang der Fäulnifs. Bei den übrigen Thieren tritt die Erstarrung bald früher bald später nach dem Tode ein, und ist bei einigen von längerer, bei andern von kürzerer Dauer. Die Ursachen der Verschiedenheit liegen in der individuellen Beschaffenheit des Thiers und in der Verschiedenheit der Einflüsse, die kurz vor und gleich nach dem Tode auf dasselbe wirkten. Etwas Näheres läfst sich bisjetzt nicht darüber bestimmen. Was man in manchen Schriften darüber angegeben findet, ist sehr unzuverlässig. Nysten behauptete, die Leichen von Alter, langen Krankheiten und Säfteverlust Erschöpfter erstarrten früh, aber nur in geringem Grade und auf kurze Zeit; bei jungen, starken und plötzlich verstorbenen Menschen erfolge die Steifheit später, aber in höherm Grade. Dagegen fand Otto die Leichen von Personen, die an der Asiatischen Cholera, also an einer sehr erschöpfenden Krankheit gestorben waren, sehr bald und sehr heftig erstarrt. *) Nach andern Angaben soll bei vom Blitze Erschlagenen die Steifheit nicht eintreten. **) Grade das Gegentheil aber beobachtete Mieg an kleinen Thieren, die er durch einen electrischen Schlag getödtet hatte. ***)

---

*) Rust's Magazin f. d. gesammte Heilkunde. B. 36. H. 2. S. 257.

**) Burdach a. a. O. B. 3. S. 632.

***) Parva animalia percussione electrica subito necantur, in qua

Es sind noch zu wenig genaue Beobachtungen über die Erstarrung der Muskeln im Winterschlaf der Thiere gemacht, um mit Gewifsheit sagen zu können, ob diese Steifheit mit der nach dem Tode erfolgenden gleichartig ist. Soweit sich aus den bisherigen Erfahrungen schliessen läfst, scheint dies allerdings der Fall zu seyn. Beide Erscheinungen stehen mit dem Aufhören des Blutumlaufs und des Einflusses der Nerven, wodurch die Muskeln in Bewegung gesetzt werden, in Beziehung. Bei beiden äussert sich noch in den Muskeln das Wirkungsvermögen derselben, während die Empfänglichkeit dieser Organe für Reizungen aufgehoben ist. Die Zusammenziehung der Muskeln im Leben kann schwerlich eine andere Ursache haben als ein Gerinnen einer, in ihnen enthaltenen congulabeln Materie. Während dem Leben steht diese Gerinnung überhaupt und besonders der Grad derselben unter der Herrschaft der Muskelnerven, und sie nimmt immer in dem einen von zwei einander entgegenwirkenden Muskeln ab, sobald sie in dem andern zunimmt. Im Winterschlaf und nach dem Tode erfolgt sie in allen willkührlichen Muskeln gleichmäfsig und nur in geringerm Grade. Mit dieser Erklärung harmonirt die Thatsache, die man an allen Amphibien, Fischen, Insecten und Crustaceen beobachten kann, dafs diese Thiere in demselben Augenblick, worin sie in kochendes Wasser getaucht werden, in eine weit heftigere Erstarrung als nach jeder andern Todesart gerathen. Die Hitze kann diese wohl nicht anders als dadurch be-

re id mirum est, quod eodem etiam momento totum corpus penitus rigidum reddatur. Mieg in Epist. ad Hallerum script. Vol. IV. P. IV. p. 49.

wirken, dafs sie den Eiweifsstoff der Muskeln plötzlich und heftig zum Gerinnen bringt. Wie das Aufhören des Blutumlaufs und Nerveneinflusses dieses Coaguliren ebenfalls verursacht, bleibt aber freilich eine nicht zu beantwortende Frage. *)

Die Todeserstarrung beweist, dafs mit dem Aufhören aller Rückwirkungen der Organe gegen Reize darum noch nicht alles Leben erloschen ist. Es dauert aber auch noch ein anderer, alles Leben begleitender Vorgang, die Abscheidung von kohlensaurem Gas und Einsaugung von Sauerstoffgas ohne Entwickelung anderer Gasarten, die Producte der Fäulnifs sind, noch einige Zeit nach dem Tode, und zwar in beiden organischen Reichen, doch in weit geringerm Grade als während dem Leben fort. Man könnte vermuthen, dieser Procefs sey dann Wirkung eines neu erwachenden Lebens, der Infusorienbildung. Indefs, bei einem Versuche, den ich hierüber anstellte, fand ich Erzeugung von Aufgufsthieren nicht damit verbunden. Ich brachte im Juny über Saft von zerriebenen Blumenkohlblättern, der mit destillirtem Wasser vermischt war, 1,61 C. Z. atmosphärischer Luft von 15° R. und 28 Pariser Zoll Barometerhöhe Ausdehnung, liefs die Luft mit dem Saft an einem dunkeln Ort bei einer Temperatur der Atmosphäre von 13° bis 16° sechs Tage in Berührung, und untersuchte die Flüssigkeit von Zeit zu Zeit mit einer 300mal im Durchmesser vergrössernden Linse. Am Ende des Versuchs fand sich das Volumen der Luft um 0,07 C. Z. vermindert, und vorausgesetzt, dafs darin vor dem Versuch 1 p. C. kohlensanren Gas und

*) Man vergl. Biol. B. 5. S. 297.

21 p. C. Sauerstoffgas enthalten waren, so hatte der Saft, wie sich bei der Prüfung der Luft mit ätzendem Kali und Schwefelkali auswies, 0, 01 C. Z. kohlensauren Gas ausgehaucht und 0, 08 C. Z. Sauerstoffgas eingesogen. Die Quantität des ursprünglich in der Luft befindlichen Stickgas hatte sich also nicht verändert. Infusorien waren in der Flüssigkeit nicht zu entdecken.

Dieser dem chemischen Procefs des Athemhohlens ähnliche Vorgang dauert aber, besonders im Thierreiche, nur noch eine kurze Zeit nach dem Tode fort. Es folgt bald darauf die Entwickelung anderer Gasarten, die nicht im Leben ausgehaucht werden, und damit die Auflösung erst der Textur und dann auch der Form des Leichnams. Was von einer geistigen Kraft zu einem Ganzen zusammengehalten wurde und vereinigt zu einem gemeinschaftlichen Zweck wirkte, kehrt jetzt gröfstentheils zur Erde und zu den Lüften zurück, wird aber zum Theil auch, nachdem es in formlose Flüssigkeiten übergegangen ist, zur Bildung, Entwickelung und Erhaltung neuer lebender Wesen verwandt. Von der Erzeugung des Lebenden aus formloser Materie ohne Zeugung gingen unsere Untersuchungen (B. 1. S. 45) aus, und bei dieser endigen sie jetzt wieder. Neue Erfahrungen, die hierüber wichtigen Aufschlufs gäben, sind mir unterdessen nicht bekannt geworden, wohl aber ist unser Wissen von der Organisation der Wesen, die es vorzüglich sind, wovon man vorauszusetzen Gründe hat, dafs sie ohne Zeugung erzeugt werden können, der Infusionsthiere und der microscopischen Cryptogamen, durch Ehrenberg sehr erweitert worden. Viele Aufgufsthiere haben nach den Entdeckungen dieses verdienten Forschers

einen zusammengesetztern innern Bau, als man bisher an ihnen kannte, und manche derselben, so wie einige jener Cryptogamen, deren Art sich zu vermehren noch nicht beobachtet war, die Fortpflanzung durch Eier mit den höhern Thieren gemein. Diese Beobachtungen sind von hohem Werthe. Aber der, dem wir sie verdanken, ist über die Gränzen seines Gebiets hinausgegangen, indem er aus ihnen auf die Unrichtigkeit der Meinung von der Entstehung jener Wesen ohne vorhergegangene Zeugung durch ihnen gleiche Wesen schliessen zu dürfen glaubte.*) Der mehr oder weniger zusammengesetzte Bau der Infusorien ist hier nicht von Gewicht. Es ist nicht begreiflicher, wie das höchste unter den lebenden Wesen, der Mensch, sich aus einem Tropfen Flüssigkeit bildet, das einem andern, ihm gleichen Wesen entquillt, als es seyn würde, wenn dieser Tropfen sich im Meere erzeugte. Dafs Alles, was organisirt und lebend ist, auch wieder Organisches und Lebendes hervorbringt, läfst sich voraussetzen. Allein daraus folgt nicht, dafs jenes immer auf demselben Wege entstanden seyn mufs. Und eben so wenig kann gegen die Meinung dessen, der hiervon das Gegentheil wahrscheinlich findet, dies ein Gegengrund seyn, dafs Ehrenberg niemals eine andere Entstehung der Infusorien als aus Keimen beobachtete. Wufste er denn immer um den Ursprung der Keime? Wenn sich ein Thier oder Gewächs ohne Mitwirkung eines gleichen Wesens erzeugt, so gerinnt es wohl eben so wenig dann, als auf dem Wege der Zeugung, gleich zu einem vollständigen organischen Körper, sondern es bildet sich gewifs auch dann erst

*) Organisation, Systematik und geographisches Verhältnifs der Infusionsthierchen, von C. G. Ehrenberg. S. 79.

ein Keim, woraus es sich stufenweise entwickelt. Woran ist nun aber der durch spontane Generation entstandene Keim von dem auf andere Weise entstandenen zu unterscheiden?

Ein Grund, der mir schon vor dreissig Jahren die Entstehung von Infusorien auf einem andern Wege als dem der Abstammung von Wesen ihrer Art vorzüglich zu beweisen schien, und der für mich noch immer Beweiskraft hat, ist die, nach meinen Beobachtungen in Einem und demselben Aufgufs oft statt findende Folge in der Erscheinung von immer mehr zusammengesetzten Wesen. *) Es bildet sich darin zuerst eine flocken- oder gallertartige, aus Kügelchen bestehende Substanz. Aber Alles ist noch in Ruhe. Nach einiger Zeit findet man jenen Kügelchen ganz gleiche Monaden neben dieser Substanz in Bewegung. Darauf erscheinen gröfsere Infusorien, und es folgen auf einander verschiedene Arten derselben. Man kann annehmen, dafs die Monaden die Eier der Infusorien sind, und dafs diese ihre Gestalt verändern. Dann aber müssen die Eier entweder in jedem Wasser enthalten seyn, oder sich in jeder organischen Substanz befinden, oder aus der Luft in die Aufgüsse gelangen. Gegen die beiden ersten Voraussetzungen streiten soviele Gründe, dafs sie sich schwerlich vertheidigen lassen. Fände das Dritte statt, so müfsten, während sich die ersten, in einer Infusion befindlichen Eier entwickelten, doch immer wieder neue hinzukommen, und der Aufgufs zu jeder Zeit Thiere von allen Graden der Entwickelung enthalten, welches doch nicht der Fall ist.

---

*) Biologie. B. 2. S. 320 fg.

Soviel ist sicher: an jedes verlöschende Leben ist ein werdendes, und umgekehrt, jedes aufgehende ist an ein untergehendes geknüpft, und vermöge dieses Zusammenhangs bleibt die lebende Natur immer in gewissen Schranken, worin sie nicht eingeschlossen seyn würde, wenn es eine Entstehung des Lebenden aus Materien gäbe, die nicht durch Organisches gebildet sind. Von welcher Art die Verknüpfung aber ist, ob die Lebensflamme beim Verlöschen Funken wirft, die, wenn sie einen entzündbaren Stoff finden, neue Flammen erzeugen, oder ob sie nur Kohlen zurückläfst, die zur Unterhaltung schon vorhandenen Feuers dienen, darüber läfst sich noch nicht entscheidend urtheilen. Diesen wichtigen Gegenstand der Biologie tiefer zu ergründen, wird erst dann möglich seyn, wenn die Bedingungen, unter welchen sich die verschiedenen Arten der niedern lebenden Wesen in Flüssigkeiten zeigen, die Veränderungen dieser Wesen in Folge veränderter äusserer Einflüsse, und die Successionen in den Erscheinungen derselben nach den verschiedenen Stadien der Zersetzung der organischen Materien, worin sie leben, aufs Genaueste bestimmt seyn werden.

